



**FACULDADE DE  
MEDICINA DENTÁRIA**  
UNIVERSIDADE DO PORTO

ARTIGO DE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA  
MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

## **“Cimentação Adesiva de Restaurações Cerâmicas”**

### **Autor(a):**

Joana Sousa Ferreira Barros Lino

Aluna do Mestrado Integrado em Medicina Dentária da FMDUP

Nº de estudante: 201100003

Email: [up201100003@mimd.up.pt](mailto:up201100003@mimd.up.pt) ; joaninha\_barros\_lino@hotmail.com

### **O Orientador:**

João Carlos Antunes Sampaio Fernandes

Professor Catedrático da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto

### **O Co-Orientador:**

Alfredo Meyer-Filho

Professor e Subchefe do Departamento de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina

Porto, 2016

## Agradecimentos

*Ao meu orientador, Dr. João Carlos Antunes Sampaio Fernandes, por toda a sua disponibilidade demonstrada em todos os momentos, confiança depositada em mim, sabedoria, profissionalismo, espírito de motivação, simpatia, espírito de ajuda e cooperação e por ser tão gentil comigo sem tão pouco me conhecer pessoalmente enquanto aluna.*

*Ao meu co-orientador, Dr. Alfredo Meyer-Filho, tão querido e um exemplo tão bom de ser humano, professor, profissional e também ternurento avô e exemplo de família. Motivou-me muito ver a sua alegria na clínica escolher esta área.*

*À Dra. Claudia Volpato, professora à qual enviei um email por me interessar por um artigo e uma palestra sua, e me respondeu a todas as minhas dúvidas com muita simpatia, gentileza e profissionalismo.*

*À minha mãe, a pessoa que, sou alma gémea... Foi graças a essa tua tão grande e inexplicável força e alegria de encarar a vida que me tornei o que sou hoje.*

*Ao meu pai, que transborda felicidade e orgulho cada vez que fala de mim e para mim, quem eu tanto admiro e sou tão amada.*

*À minha família, por serem sempre tão ternurentos comigo mesmo quando estava a um oceano de distância e me darem sempre força para lutar pelos meus sonhos.*

*Aos meus amigos, fundamentalmente os que conheci tão longe de casa, e me fizeram de uma forma tão meiga e sensível sentir que estou em casa para que isto fosse possível, o meu sincero obrigado.*

*Por último, e não menos importantes, aos meus queridos pacientes, que não imaginam a força que me deram para chegar até aqui, cada gesto, cada mimo, cada palavra, foram muito importantes e nunca me vou esquecer.*

*Sem vocês, nada disto teria sido possível!*

*“As mãos só são capazes de reproduzir  
aquilo que os olhos são ou foram capazes de ver.”*

*(Baratieri)*

## Índice

Índice de Figuras .....	6
Índice de Tabelas .....	7
Resumo .....	8
Abstract .....	10
Introdução.....	12
Material e Métodos .....	14
Desenvolvimento .....	15
1. Cenário Histórico.....	15
2. Cerâmicas na prática dentária atual .....	19
3. Características da preparação dentária.....	20
3.1. Regularização das paredes.....	21
3.2. Redução oclusal.....	21
3.3. Ângulo de convergência.....	21
3.4. Linhas de acabamento cervical .....	22
3.5. Realização de prepação dentária com ponta diamantada em alta rotação ou ponta diamantada CVD (Deposição química em fase vapor) em ultrassom ....	22
3.6. Diferentes tipos de preparações dentárias .....	23
4. Classificação das cerâmicas dentárias.....	28
4.1. Classificação baseada na confeção .....	28
4.2. Classificação baseada na temperatura de fusão .....	30
4.3. Classificação baseada na composição.....	30
4.4. Classificação baseada no tipo de cimentação adesiva ou convencional ...	39
5. Sistemas Adesivos de condicionamento ácido e a implementação da era adesiva.....	40
5.1. As duas estratégias adesivas.....	43
6. Cimentação Convecional e Adesiva .....	49
6.1. Vantagens da cimentação adesiva.....	50
6.2. Seleção do cimento.....	51
6.3. Cimentos convencionais .....	52
6.4. Duas interfaces adesivas .....	54

## Cimentação Adesiva de Restaurações Cerâmicas

6.5.	Cimentos Resinosos .....	56
6.6.	Sistemas adesivos universais .....	60
6.7.	Cuidados a ter aquando da utilização de cimentos resinosos .....	62
7.	Fundamentos básicos na adesão resina/cerâmica .....	63
7.1.	Fundamentos básicos na adesão resina/cerâmica rica em sílica .....	63
7.2.	Fundamentos básicos na adesão resina/cerâmica ácido-resistente .....	72
8.	Tratamento prévio da superfície dentária .....	87
9.	Passo-a-passo clínico para cimentação adesiva .....	88
10.	Lentes de contato minimamente invasivas .....	91
	Conclusão.....	101
	Referências .....	103

## Índice de Figuras

Figura 1 – Critérios de inclusão e exclusão utilizados para a pesquisa. ....	14
Figura 2 – Gerações de temperatura de fusão das cerâmicas dentárias. Volpato et al. (2010) <sup>42</sup> .....	30
Figura 3 - Dentina condicionada com ácido fosfórico a 37% por 15 s. Fibras colagénias expostas, responsáveis pela retenção do adesivo à estrutura dentária. Microscopia gentilmente cedida pelo Prof. Dr. Vinícius Di Hipólito. X 6.500. Adriano Lima (2015) <sup>64</sup> .....	41
Figura 4 – Esmalte condicionado com ácido fosfórico 37% por 30 s. Pode-se observar os prismas de esmalte, assim como as microretenções formadas. Adriano Lima (2015) <sup>64</sup> .....	42
Figura 5 – Esquema para exemplificar alguns sistemas adesivos utilizados para as estratégias adesivas condicione e lave e autocondicionante, além da classificação em passos. Clavijo (2007) <sup>49</sup> .....	44
Figura 6 – Jateamento. Della Bonna e Van Noort (1998) .....	64
Figura 7 - Ácido hidrofúorídrico. Della Bonna e Van Noort (1998) .....	64
Figura 8 - HF 5% sem silano, Effect of echant, eching period, and silane priming on bond strength to porcelain of composite resin. Chen, Matsmura, Atsuta (1998) .....	68
Figura 9 – HF5% com silano, Effect of echant, eching period, and silane priming on bond strength to porcelain of composite. Chen, Matsmura, Atsuta (1998) .....	68
Figura 11 - <i>Proteção dos dentes adjacentes com fita teflon. Adaptado de Gildo Santos (2009)<sup>159</sup></i> .....	89
Figura 10 - <i>Colocação do fio de retração gengival. Adaptado de Gildo Santos (2009)<sup>159</sup></i> .....	89
Figura 12 - <i>Aspetto da superfície interna da coroa depois do condicionamento com ácido fluorídrico 9,5%. A coroa apresenta um aspecto branco opaco. Adaptado de Gildo Santos (2009)<sup>159</sup></i> .....	89
Figura 13 - <i>Condicionamento da superfície interna da coroa com ácido fluorídrico 9,5% durante vinte segundos previamente jateada com partículas de óxido de alumínio com 50µm. Adaptado de Gildo Santos, (2009)<sup>159</sup></i> .....	89
Figura 15 - <i>Aplicação do silano na coroa. Adaptado de Gildo Santos (2009)<sup>159</sup></i> .....	90
Figura 14 - <i>Condicionamento do dente com ácido fosfórico a 37%. Adaptado de Gildo Santos (2009)<sup>159</sup></i> .....	90
Figura 16 - <i>Remoção do fio de retração gengival. Adaptado de Gildo Santos (2009)<sup>159</sup></i> .....	90
Figura 17 - <i>Aplicação do cimento de resina. Adaptado de Gildo Santos (2009)<sup>159</sup></i> .....	90
Figura 18 - <i>Aspetto final. Adaptado de Gildo Santos (2009)<sup>159</sup></i> .....	90
Figura 19 - Fotografia com afastador, utilizada parao planeamento digital do sorriso (Digital Smile Design) Donassollo (2015) <sup>160</sup> .....	94
Figura 20 - Fotografia sem afastador, utilizada parao planeamento digital do sorriso (Digital Smile Design), Donassollo (2015) <sup>160</sup> .....	94
Figura 21 - Tamanho e formato definido para o planeamento do caso Donassollo (2015) <sup>160</sup> .....	94

Figura 22 – Imagem do planeamento digital do sorriso, determinando tamanho e formato para os elementos a serem reabilitados. Donassollo (2015) <sup>160</sup>	94
Figura 23 - Ponta diamantada utilizada no preparo. Donassollo (2015) <sup>160</sup>	95
Figura 24 – Peças de cerâmica de dissilicato de lítio Donassollo (2015) <sup>160</sup>	96
Figura 25 – Preparação das peças com ácido hidrófluorídrico a 10%, silano e adesivo, respectivamente. Donassollo (2015) <sup>160</sup>	97
Figura 26 – Aspetto após condicionamento ácido. Donassollo (2015) <sup>160</sup>	98
Figura 27 – Aplicação do adesivo durante a preparação dos elementos dentários. Donassollo (2015) <sup>160</sup>	98
Figura 28 – Prova do cimento com a utilização de pasta Try- in na cor A1. Donassollo (2015) <sup>160</sup>	99
Figura 29 – Aplicação das peças com cimento em excesso, com o intuito que toda a superfície interna fique coberta por cimento. Donassollo (2015) <sup>160</sup>	99
Figura 30 – Sorriso final. Donassollo (2015) <sup>160</sup>	99

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Exemplos, indicações e propriedades das Cerâmicas.	30
Tabela 2 - Sequência de etapas de condicionamento de superfície cerâmica vítrea recomendado, pela International Academy for adhesive dentistry.....	65

## Resumo

**Introdução:** A cimentação adesiva de restaurações cerâmicas é, actualmente, um dos grandes desafios da Medicina Dentária por serem consideradas as mais estéticas. Assim, a cimentação adesiva de restaurações cerâmicas está directamente relacionada ao tipo de cerâmica a ser utilizada. A grande variedade de sistemas cerâmicos disponíveis no mercado com composições distintas dificulta a escolha do clínico, sendo que este necessita de estar constantemente em actualização na área. Desta forma, a compreensão das variáveis envolvidas nesse processo abrange uma vasta área de conhecimento. Sabe-se que consoante a cerâmica selecionada, tanto o tratamento de superfície da mesma, como tratamento de superfície do dente, escolha do agente cimentante e do sistema adesivo a aplicar, são tudo fatores importantes no procedimento.

**Objetivos:** Na presente dissertação pretende-se estudar as diversas formas de cimentação adesiva, incluindo as suas vantagens e desvantagens, no âmbito de restaurações cerâmicas, devido à sua grande diversidade, de modo a perceber o desempenho e aplicabilidade clínica. Assim, é pertinente entender, consoante a cerâmica utilizada, sejam elas em forma de *inlay*, *onlay*, *overlay*, facetas, coroas, lentes de contato, e dependendo também da composição química da cerâmica, saber as propriedades dos cimentos adesivos, bem como dos procedimentos desejáveis para aumentar a adesão da restauração ao dente, integridade marginal, biocompatibilidade dos cimentos, possibilitando sucesso clínico a longo prazo.

**Material e Métodos:** Foi levada a cabo uma pesquisa utilizando livros de Prótese Fixa e Dentisteria da Biblioteca da Universidade Federal de Santa Catarina e a base de dados de artigos científicos retirados da U.S. National Library of Medicine database – PubMed, Google Académico e de revistas/jornais impressos em suporte de papel, disponíveis na biblioteca da Universidade Federal de Santa Catarina. Foram também facultados alguns artigos e revistas por parte de professores da Universidade. Foram estabelecidos alguns limites de pesquisa, incluindo apenas artigos de língua inglesa publicados a partir do ano de 2000 até à presente data. Foram excluídos artigos cuja leitura necessitava de ser paga.

**Desenvolvimento:** De acordo com a literatura é de crucial importância a integração e harmonia entre as características dos agentes cimentantes e dos materiais restauradores bem como das estruturas dos dentes, desde a hibridização da



dentina ao simples condicionamento ácido do esmalte. Deste modo, obter subsídios que colaborem para a tomada de decisão entre as abordagens adesiva e convencional, na cimentação dos mais variados tipos de restaurações cerâmicas sem metal.

**Conclusão:** Devido ao fato de ser um assunto de atual desenvolvimento, pode dizer-se que se vive numa “Era Adesiva”, deste modo, é bom obter mais dados longitudinais de modo a aumentar o leque de erudição e mestria relativamente à cimentação adesiva de restaurações cerâmicas. Como tal, a diversidade de materiais e técnicas para cimentar em prótese fixa fazem com que o médico dentista tenha permanentemente de acompanhar a evolução de materiais e das técnicas inerentes ao processo de cimentação para a escolha do cimento e da técnica mais adequada para cada caso clínico, com objetivo de obter sucesso e durabilidade da restauração. Assim, sendo que a técnica adesiva se apresenta como um procedimento mais recente e uma alternativa viável em vários casos, é extremamente válido o estudo e o conhecimento mais aprofundado desta técnica e dos materiais que este processo implica plena habilidade no seu uso, para que possa ser utilizado no âmbito clínico do dia-a-dia.

## Palavras- Chave

A estratégia de busca empregou as seguintes palavras com todas as possíveis combinações: condicionamento ácido (surface conditioning); cimentação adesiva de restaurações cerâmicas (adhesive cementation of dental ceramics); agentes de união (luting agentes); próteses dentárias fixas unidas por resina (resin-bonded fixed dental prosthesis); tratamentos de superfície (surface treatments); améticas (metal free); silanos (silanes).

## Abstract

**Introduction:** One of the biggest current challenges in Dental Medicine is the cementing of ceramic restorations, considered widely as the most aesthetic of their kind. The cementing process of the ceramic restorations is directly related to, hence dependent on, the type of ceramic used. The great variety of ceramic systems with distinct compositions available to the market makes the choices made by clinics difficult, seeing as they must constantly remain up to date in the field. In such, the understanding of variables involved in this process spans a vast area of knowledge. It is known, then, that according to the selected ceramic, the following are all important factors of the procedure; the treatment the ceramics own surface, as of that of the tooth, along with the choice of cementing agent and the implemented adhesive system.

**Objectives:** In the following dissertation, the study of the distinct forms of cementing will be studied, including advantages and disadvantages owing to their large diversity, in the context of ceramic restorations, in such a way understanding their performance and clinical applicability. Thus, it is appropriate to understand that according to the ceramic used, whether in the form of inlay, onlay, overlay, facets, crowns, contact lenses, as well as depending on the chemical composition of the ceramic, to know the adhesive cements' properties, as that of the desirable procedures in order to increase the adhesion of the restoration to the tooth, marginal integrity, biocompatibility of the cements, making long term clinical success possible.

**Material and Methods:** Research was carried out with the use of books on Fixed Prosthetics and Dentistry from the library at the Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) and of scientific articles, taken from the U.S National Library of Medicine database – PubMed, as well as the use of Google Scholar and paper format journals/magazines, available at the library at UFSC. Professors of the University also granted the use of some articles and journals. Some restrictions in the research were established, like that of the exclusive use of articles written in English published from after the year 2000 until the present day. Articles whose reading required payment were excluded.

**Development:** In accordance with the literature, the integration and harmony between characteristics of cementing agents and that of restoring materials as well as of the structure of teeth is of crucial importance, from the hybridisation of dentine to the simple acid conditioning of enamel. In this way, obtaining contributions that collaborate

with decision-making between different adhesive and conventional approaches, in the cementing of the most varied types of non-metal ceramic restorations.

**Conclusion:** Due to the fact that this issue is one of current development, it can be said that the present is an “Adhesive Era”. Thus, the obtaining of more longitudinal data is preferable, to increase the array of refinement and mastery relevant to the adhesive cementing of ceramic restorations. As such, the diversity of materials and techniques of cementing the fixed prosthetics mean that the dentist must permanently follow the evolution of materials and inherent techniques of this process in order to choose the cement and most appropriate technique for each clinical case, to comply with the aim of achieving success and durability of restorations. Thus, as the adhesive technique is seen as both a more recent procedure and an viable alternative in various cases, further study and deeper understanding of this technique and the materials, which this process entails, are extremely valuable, due to the possibilities of it being utilised in clinics on a day-to-day basis.

## Key- Words

The search strategy employed the following words and all possible combinations: resin cements; surface conditioning; adhesive cementation of dental ceramics; luting agents; resin-bonded fixed dental prosthesis; surface treatments; metal free; silanes.

## Introdução

As restaurações cerâmicas são o material de eleição quando se pretende uma estética de excelência. No entanto, as suas propriedades por si só não garantem uma longevidade clínica, como tal, é de crucial importância obter uma ótima adesão entre a restauração cerâmica e o dente preparado. Assim sendo, é fundamental entender o processo de tratamento de superfície consoante o tipo de cerâmica, tratamento de superfície do dente, o sistema adesivo mais indicado e também o cimento selecionado.<sup>1</sup>

Assim sendo, com os diversos sistemas cerâmicos livres de metal disponíveis na actualidade, juntamente com o aprimoramento das técnicas de cimentação adesiva, permitiu reabilitações estéticas quer em dentes anteriores quer posteriores.<sup>2</sup>

Desta forma, esta diversidade de sistemas cerâmicos implica que os profissionais estejam constantemente atualizados relativamente às suas características e indicações, pois os bons resultados não são devidos unicamente ao tipo de material utilizado, mas sim, à seleção do melhor material, tipo de preparação realizada em sinestesia com o bom trabalho do profissional.<sup>3</sup>

Há vários fatores que determinam o êxito das restaurações, sendo eles, um desenho adequado da preparação, destreza do operador, formação apurada do clínico, escolha certa do cimento e da técnica empregada.<sup>4</sup>

Logo, quando o objetivo é cimentar restaurações cerâmicas, utiliza-se os cimentos dentários, sendo este material o responsável pelo selamento do espaço entre o dente e a restauração e por aumentar a fixação ao dente preparado previamente.<sup>4</sup>

É importante que este cimento tenha a espessura adequada que permita uma adaptação eficiente da cerâmica ao dente. Assim sendo, obtém-se um selamento marginal apropriado, elevada resistência à tração, adequado tempo de trabalho, radiopacidade e propriedades óticas boas.<sup>4</sup>

Assim sendo, o interesse pessoal para a escolha do tema desta monografia surgiu no seguimento do gosto pela área de Prótese Fixa, fundamentalmente quando associada a procedimentos com elevada exigência estética. Foi inegável o interesse que cresceu em conhecer melhor os materiais e técnicas relacionados com

procedimentos de cimentação adesiva associados a restaurações cerâmicas até ao presente momento.<sup>5</sup>

## Material e Métodos

A presente dissertação foi elaborada com base na leitura de artigos de revisão, artigos de revisão sistemática, meta-análises, livros presentes na biblioteca da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, e de revistas clínicas “International Journal of Brazilian Dentistry” facultadas gentilmente pela Editora Ponto. A base de dados *online* utilizada foi a “PubMed”, “SciELO”, “LILACS” e “EBSCO” e “BBO”, “International Academy for adhesive dentistry”

A estratégia de busca empregou as seguintes palavras com todas as possíveis combinações: condicionamento ácido (surface conditioning); cimentação adesiva de restaurações cerâmicas (adhesive cementation of dental ceramics); agentes de união (luting agentes); próteses dentárias fixas unidas por resina (resin-bonded fixed dental prosthesis); tratamentos de superfície (surface treatments); ametálicas (metal free); silanos (silanes).

Foram estabelecidos alguns limites de pesquisa, incluindo artigos tanto de língua inglesa como portuguesa priorizando os publicados a partir do ano de 2010 até à presente data. No entanto, para algumas pesquisas mais detalhadas recorreu-se a artigos mais antigos. Foram excluídos artigos cuja leitura necessitava de ser paga, exceto os facultados pela Editora Ponto e que orientadores e autores de determinados artigos após solicitação via email enviaram gentilmente.

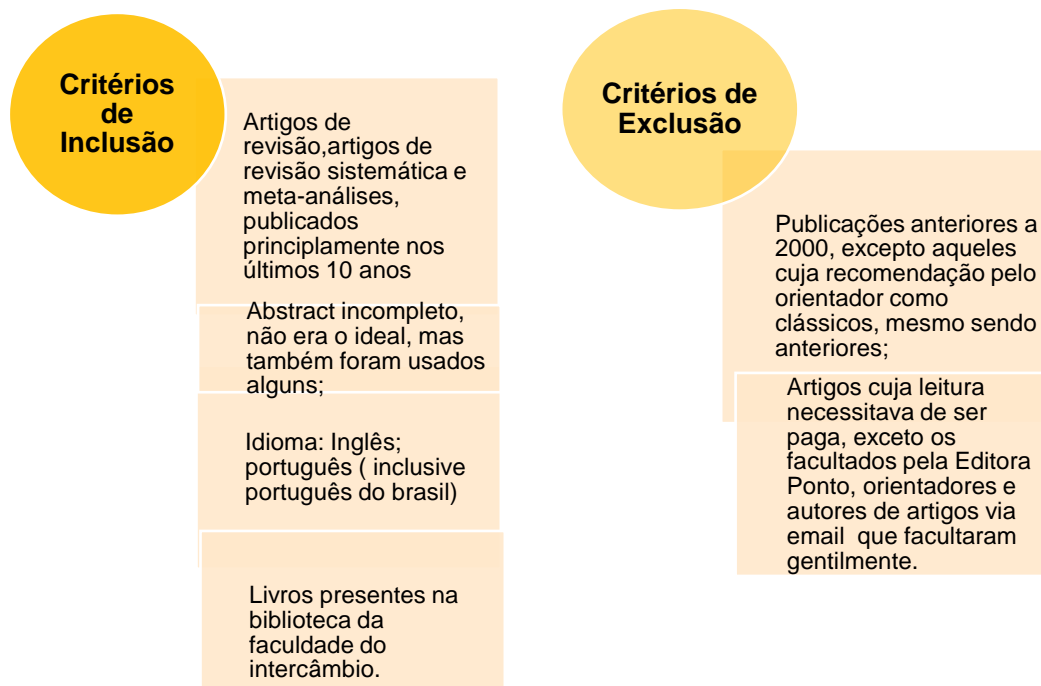


Figura 1 – Critérios de inclusão e exclusão utilizados para a pesquisa.

## Desenvolvimento

### 1. Cenário Histórico

As cerâmicas são provavelmente os mais antigos materiais desenvolvidos pelo homem. Fragmentos de utensílios de cerâmica já constam datadas de 30.000 anos a.C., estes mesmos foram importantes para os arqueólogos conseguirem estudar o comportamento dos nossos antepassados. A palavra cerâmica é originária da palavra grega *keramike* que tem como significado “sustância queimada”, ela é descrita como um material inorgânico e não-metálico, sendo composto basicamente por: feldspato, sílicio, caulim, quartzo, calcita, dolomita, magiecita, cromita, grafita e circonita.<sup>6</sup>

Foram encontrados dados há quase 13 mil anos que mostram evidências dos primeiros indícios de cerâmica nas escavações do Vale do Nilo, Egito.”. Por sua vez, na China, desde o século X que já se dominava a tecnologia da arte em cerâmica, a qual apresentava estrutura interna firme e cor muito branca, chegando à Europa apenas dois séculos depois onde ficou conhecida como “louças de mesa”. Desde então, que os povos europeus dispensavam grande parte do tempo a copiar a composição da porcelana chinesa.<sup>7</sup>

De acordo com Noort *et al.*<sup>8</sup>, os utensílios cerâmicos começaram a ser usados, em 1700 d.C, na Europa. Na olaria, o material cru utilizado era a argila que tinha algumas falhas na manipulação e contração de queima, mas que foram resolvidas sem grandes dificuldades. No entanto, foi ao mesmo tempo da queima dos utensílios cerâmicos que as dificuldades ficaram mais graves. Os gases existentes na mistura originavam problemas na argila e podiam provocar fratura durante a queima. Os oleiros antigos solucionaram esta dificuldade aumentando de forma gradual a temperatura aquando da queima.<sup>8</sup>

O forno surgiu devido à procura por elevadas temperaturas. Os fornos que surgiram primeiramente atingiam temperaturas até 900°C, contudo acabava por facilitar o aparecimento de poros nas cerâmicas o que impossibilitava a retenção de líquidos. Para resolver esta falha decidiu-se pela colocação de uma fina camada de material vítreo (glaze) sobre as cerâmicas. Na Europa, nos séculos XV e XVI d.C, surgiram então fornos capazes de chegar a temperaturas que ultrapassavam a fase líquida da argila, de modo a que solidificasse em forma de vidro.<sup>8</sup>

Em 1717, descobriu-se o segredo dos chineses, que a cerâmica surgia a partir de três componentes básicos: caulim (argila chinesa), sílica (quartzo) e feldspato (mistura de silicatos de alumínio, potássio e sódio), trazido por um missionário jesuíta. Assim, em 1720 os europeus desenvolveram uma porcelana fina e translúcida comparável à porcelana chinesa, composta por feldspato e óxido de cálcio como fundente, sendo que a queima era realizada em alta temperatura.<sup>7</sup>

A primeira referência do uso da porcelana como material dentário, data de 1774, quando o farmacêutico e químico francês, Alexis Duchateau, sentiu-se infeliz com o cheiro, gosto e descoloração dos dentes da sua dentadura (dentes de marfim de hipopótamo). Sendo assim, começou a pesquisar um material que tivesse características estéticas e ainda resistente ao manchamento e abrasão. Foi ao observar os utensílios utilizados diariamente no seu laboratório, que reparou que aqueles feitos de porcelana, pareciam resistir à descoloração e abrasão. Com o auxílio de Nicholas Dubois de Chemant, a arte das cerâmicas foi introduzida na Medicina Dentária.<sup>8</sup>

Em 1838, Elias Wildman realizou porcelanas mais translúcidas, com mais semelhantes aos dentes naturais. Esta porcelana era do tipo pariana chinês, que se caracteriza por uma elevada translucidez. A redução ou a remoção completa do conteúdo de caulino permitiu um aumento na quantidade de feldspato, e, por conseguinte, uma maior transmissão de luz, devido à ausência de mulite, resultando numa migração da composição de porcelana da zona de mulita para a zona leucita.<sup>6</sup>

Em 1839, John Murphy, em Londres, introduziu uma técnica de folheado de platina. Entretanto, Dr. Charles H. Land de Detroit foi o pioneiro no seu campo, a prótese fixa. Este fez as primeiras coroas e *inlays* de cerâmica com a técnica de uma matriz de folha de platina e registou a patente em 1887. Além disso, desenvolveu o forno a gás para a queima da porcelana.<sup>9</sup>

A popularidade das restaurações cerâmicas decresceu com a introdução da resina acrílica na década de 40 e continuou baixa, até que foram encontradas as desvantagens dos materiais de faceta acrílica (desgaste elevado, alta permeabilidade que leva ao descoloramento e à infiltração).<sup>9</sup>

Desde que o Dr. Charles Land, dentista do Michigan, produziu a primeira coroa em 1903, alguns importantes avanços ocorreram na cerâmica dentária.<sup>9</sup>



Em 1950, foi adicionada a leucita na formulação da porcelana com o intuito de aumentar o coeficiente de expansão térmica e permitir a sua ligação com determinadas ligas áureas para a execução de coroas totais e próteses parciais fixas.<sup>6</sup>

Foram desenvolvidas na Inglaterra as porcelanas feldspáticas, às quais foram incorporadas 40 a 50% de cristais de alumina, com o objetivo de melhorar a resistência das coroas de jaqueta (120 a 180 MPa) sem sacrificar a estética.<sup>10</sup>

Em 1962, Weisten e Weisten patentearam uma porcelana fragmentada por choque térmico com conteúdo de leucita, que seria usada nas restaurações metalocerâmicas. A presença de leucita, um aluminossilicato com alta expansão térmica, permitia uma equiparação entre a expansão térmica da cerâmica e a do metal. A aparência da restauração cerâmica foi aperfeiçoada pela introdução da queima a vácuo, que reduziu consideravelmente a porosidade e, portanto, resultou em uma restauração mais densa e translúcida, do que poderia ser obtida com a coação a ar.<sup>11</sup>

Em meados de 1960 McLean introduziu as coroas de porcelana reforçadas com alumina, e cerca de 10 anos depois pesquisas começaram a ser publicadas documentando o sucesso ou insucesso desta nova modalidade restauradora. Porém após 20 anos as pesquisas in vivo começaram a detectar que coroas na dentição anterior tinham 25% de possibilidade de falha no período de 11 anos, e este valor era ainda maior para a região posterior. Felizmente nos últimos 30 anos várias pesquisas e avanços foram efetuados, tornando as cerâmicas um dos materiais restauradores mais utilizados na odontologia atualmente.<sup>12</sup>

Em 1976 uma nova técnica foi introduzida para aumentar ainda mais a resistência das coroas de jaqueta em alumina. Para isso utilizaram uma folha de platina sobre a qual tinha uma camada de óxido de estanho, responsável em promover a união entre a porcelana e a folha de platina. Diante desta evolução, no fim do século XX, diversos sistemas inovadores foram introduzidos no mercado, a fim de proporcionar a confecção de restaurações cerâmicas livres de metal. A partir de então, vários sistemas cerâmicos foram desenvolvidos, sempre com o intuito de melhorar as propriedades físicas e mecânicas do material.<sup>13</sup>

Um destes avanços, senão o mais importante, ocorreu em 1983 quando Horn e Simonsen e Calamia introduziram cerâmicas ácido-condicionáveis para criar as facetas de porcelana, uma das restaurações mais bem sucedidas quando aderidas principalmente em esmalte. Logo, muitos profissionais renunciaram a metalo-cerâmica e utilizaram a cerâmica pura em muitas situações clínicas em que nunca antes tinha sido usado.<sup>12</sup>

Com o passar do tempo foram-se apercebendo da existência de defeitos na forma de microtrincas e microporosidades que são responsáveis pela fratura das cerâmicas, mesmo em baixos níveis de tensões. Como tal, para aumentar a resistência das cerâmicas era necessária a utilização de uma infraestrutura de metal.<sup>13</sup>

Atualmente, os profissionais têm procurado reduzir o emprego das subestruturas metálicas nas restaurações, inclusive das restaurações sobre implantes, para obter uma estética melhor. Surgiram, assim, as cerâmicas reforçadas, que se caracterizam basicamente por acrescentar uma maior quantidade da fase cristalina em relação à cerâmica feldspática convencional. Diversos cristais têm sido empregados, como a alumina, a leucita, o dissilicato de lítio e a zircónia, os quais atuam como bloqueadores da propagação de fendas quando a cerâmica é submetida a tensões de tração, aumentando a resistência do material.<sup>13</sup>

A evolução dos materiais restauradores e a necessidade estética requerida pelos pacientes fez com que surgissem as restaurações indiretas, que são aquelas confeccionadas em laboratório e, após, são cimentadas em boca.<sup>14</sup>

Com a introdução de novas formulações cerâmicas, com melhores propriedades, novos procedimentos adesivos e novos cimentos resinosos, resolveu-se algum dos problemas anteriormente citados, e assim houve um aumento do uso das cerâmicas como alternativa para tratamento restaurador nos dentes anteriores e posteriores. Os primeiros registros das cerâmicas usadas como materiais dentais estão datados de 1774, e durante os últimos 40 anos pesquisas têm dado importância no aprimoramento de sistemas livres de metal e no desenvolvimento de materiais superiores levando em consideração a estética e a performance clínica.<sup>15</sup>

## 2. Cerâmicas na prática dentária atual

Na actualidade, a demanda por restaurações cada vez com maior carácter estéticas que mimetizem os dentes naturais é crescente, e as cerâmicas são uns dos materiais de eleição para este efeito, sendo os que melhor reproduzem as características do esmalte e da dentina. Pode-se afirmar que as cerâmicas são, sem dúvida, um dos materiais dentários de grande expressão e atenção na prática dentária moderna.<sup>16</sup>

As cerâmicas dentárias são compostas por elementos metálicos (alumínio, cálcio, lítio, magnésio, potássio, sódio, lantânio, estanho, titânio e zircónio) e substâncias não metálicas (silício, boro, flúor e oxigénio). Assim sendo, a combinação destes pelos fabricantes resulta em duas fases distintas: fase vítrea ou amorfa e fase cristalina ou mineral. A matriz vítrea é composta por uma cadeia básica de óxido de silício ( $\text{SiO}_4$ ), sendo que a proporção Si:O está relacionada com a viscosidade e expansão térmica da porcelana, o que possibilita a reprodução de características óticas de translucidez em diversos níveis. Por sua vez, a fase cristalina é responsável pela resistência, pois funciona como uma barreira impedindo a transmissão de trincas. O percentual cristalino, bem como o tipo de cristal presente na microestrutura influenciará directamente na opacidade e translucidez da cerâmica, sendo a fluorescência e opalescência garantidas pela inserção de óxidos metálicos na sua composição. Logo, pode-se afirmar que para obter características estéticas, o fabricante mantém uma percentagem significativa de fase amorfa, e uma menor percentagem de fase mineral. No entanto, esta diminuição, origina uma menor resistência intrínseca do material, tornando-o mais vulnerável à fratura.<sup>17</sup>

Em tom de conclusão relativamente a este parâmetro da translucidez, pode-se afirmar que a translucidez e resistência são grandezas inversamente proporcionais. Inclusive foi realizado um estudo para avaliar a translucidez de vários materiais, que usou como grupos de controlo uma porcelana de cobertura e uma liga metálica, com espessuras compatíveis com as recomendadas para procedimentos clínicos. Neste mesmo estudo, verificou-se que os sistemas IPS Empress (0,5mm) e In-Ceram Spinell foram os mais translúcidos, porém, mais opacos que a cerâmica Vitadur Alpha (controlo). Além disso, não houve diferença entre os sistemas IPS Empress 2 (0,8mm) com o Procera All Ceram e foi também apontado que os valores de translucidez do

metal (grupo controlo) e da zircónia foram semelhantes. Assim, apesar da baixa translucidez da zircónia, parecida à das próprias ligas metálicas, esta não apresenta substrato acinzentado, o que faz com que não haja necessidade de técnica adicional para esconder a cor da infraestrutura.<sup>18</sup>

A cerâmica é descrita como material orgânico, não metálico, fabricado a partir de matérias-primas naturais. A sua diferença de composição encontra-se na quantidade dos seus constituintes e na agregação de outros produtos químicos inorgânicos, principalmente os óxidos metálicos sintéticos sob diferentes formas. Dentre as principais e mais conhecidas cerâmicas no mercado dentário, destacam-se as cerâmicas feldspáticas, as únicas existentes desde a virada do século XIX para o XX, que passaram a ser amplamente utilizadas na confecção de metalocerâmicas, como próteses fixas.<sup>3</sup>

O aperfeiçoamento desse material adicionou a essa cerâmica diferentes cristais, no intuito de melhorar as suas propriedades mecânicas. Essas alterações permitiram que as estas prescindissem da associação ao metal, dando origem às próteses ametálicas (*metal free*). As cerâmicas têm apresentado rápida evolução em âmbito científico com o intuito de melhorar as suas propriedades físicas e mecânicas para suprir as necessidades estéticas que são cada vez mais exigidas pela sociedade moderna. Nesse contexto, é preciso conhecer cada sistema cerâmico disponível atualmente no mercado, desde as suas principais características até às suas limitações, para saber indicá-lo de modo correto em cada situação clínica específica. Cerâmicas são, portanto, de forma geral compostas de uma matriz vítrea (sílica) na qual uma ou mais fases cristalinas (por exemplo, leucita, mica, alumina ou dissilicato de lítio) estão embebidas.<sup>19</sup>

### 3. Características da preparação dentária

É possível afirmar que os vários sistemas cerâmicos permitem a escolha entre cimentação adesiva ou convencional, sendo então o preparo dentário e as suas características um fator importante a ter em consideração sempre que se realiza um tratamento indirecto utilizando este material. Desta forma, tanto a geometria da preparação (principalmente relacionada à retenção), presença de margens em esmalte, possibilidade de isolamento e estética são os fatores chave relacionados ao preparo que influenciarão a tomada de decisão da técnica de cimentação mais

adequada. Consoante o tipo de restauração indireta cerâmica a ser colocada pelo profissional, existem características que se deve respeitar na realização do preparo.<sup>16</sup>

A preparação dentária deve ser criteriosa e adequada, além de proporcionar resistência, retenção e saúde pulpar, permitir integridade marginal e preservação dos tecidos moles adjacentes.<sup>20</sup>

### **3.1. Regularização das paredes**

Quando se fala em utilização de materiais ametálicos, a maior causa de insucesso é a deficiência aquando da realização das preparações dos dentes, em que uma característica fundamental a ser observada é a regularização das paredes cavitárias. Isto porque quando apresentam irregularidades, induzem a concentração de tensões, as quais podem desencadear na formação de trincas.<sup>21</sup>

### **3.2. Redução oclusal**

Relativamente à redução oclusal, esta deve ser suficiente de modo a assegurar a resistência estrutural do material restaurador, no que diz respeito à altura da preparação, este fator é crucial para a resistência aos esforços laterais, fundamentalmente no caso das coroas parciais. Nas preparações com pouca altura, ocorrem concentrações de esforços, devido à pequena superfície. A redução ideal da altura é de 2mm a 1/3 da coroa anatômica, dependendo da espessura obtida na face ocluso-incisal.<sup>22,23</sup>

### **3.3. Ângulo de convergência**

Recomenda-se um ângulo de convergência de 10° quando se manuseiam coroas metal free, com o intuito de obter retenção e manter-se a resistência da cerâmica com mínima redução dentária, porém, ângulos de convergência de até 20° podem considerar-se dentro do limite tolerável. Sabe-se também que não é o volume excessivo de material restaurador que fornecerá resistência à restauração, mas sim o suporte, comprimento, largura e uniformidade do preparo; caso contrário, essas restaurações estarão mais vulneráveis a fracassos, dentre os quais se destacam: fratura do dente pilar, fratura do retentor, deslocamento do retentor e infiltração marginal acelerada.<sup>24,25,26,27</sup>

### 3.4. Linhas de acabamento cervical

Em relação às linhas de acabamento cervical para coroas *all-ceram*, estas devem ser sobretudo em ombro arredondado ou chanfro largo, com uma profundidade de aproximadamente 1,5mm a 2mm, respeitando sempre as características dos materiais. Outra situação muito importante a ter em conta é o facto da preparação não deve conter ângulos vivos, conforme a suscetibilidade de concentração de forças e eventuais dissipações de tensões e trincas ao material restaurador, assim, reforça-se na literatura que esses ângulos devem ser arredondados.<sup>21,22,23</sup>

Assim sendo, a preparação de um dente para receber uma restauração ametálica é praticamente o mesmo para todas as cerâmicas. A sua diferença esta basicamente na espessura indicada para cada cerâmica ou sistema cerâmico escolhido. Quanto ao término do preparo, a geometria de escolha é o chanfro largo ou ombro arredondado, e em função das características de todas as cerâmicas, os ângulos internos devem ser arredondados, a fim de evitar alterações abruptas na forma e espessura de desgaste.<sup>23,25,26</sup>

Obviamente que os princípios das preparações devem ser tidos em conta, no entanto, eles tornam-se secundários, quando técnicas adesivas para fixação das restaurações são empregadas, e sabe-se que estas são as que nesta era moderna se opta.<sup>28</sup>

Esta cimentação adesiva proporciona alta retenção, produz uma adaptação marginal mais eficiente, previne a microinfiltração e aumenta consideravelmente a resistência à fratura do dente restaurado e da restauração, criando assim o conceito da unidade estrutural, que é bastante eficaz para o êxito da restauração.<sup>23,29,30</sup>

### 3.5. Realização de preparação dentária com ponta diamantada em alta rotação ou ponta diamantada CVD (Deposição química em fase vapor) em ultrassom

Neste estudo foi realizada uma análise comparativa da presença da camada de *smear layer* após preparações dentárias com pontas diamantadas em alta rotação e pontas diamantadas CVD em ultrassom, em associação com condicionamentos ácidos em distintas concentrações.<sup>31</sup>

Quando se utiliza o termo pontas diamantadas CVD significa que são pontas diamantadas feitas através de um filme contínuo de diamante obtido pela tecnologia CVD (*chemical vapor deposition*). O diamante artificial é depositado de forma química diretamente sobre a haste metálica, já com o formato final da ponta.<sup>32</sup>

Assim, as amostras foram analisadas via microscopia electrónica e verificou-se a diferença estatística entre os dois diferentes tipos de preparação, o que sugere que as pontas CVD em ultrassom proporcionam menor formação de *smear layer* e menos quantidade de túbulos dentinários desobstruídos após condicionamento ácido.<sup>31</sup>

De acordo com a avaliação, parecem existir vantagens na utilização de pontas CVD comparativamente com pontas em alta rotação, vantagens ligadas com a presença de *smear layer* e a sua influência na adesividade. A preparação dentária com pontas CVD parece ser menos desconfortável para o paciente, devido à diminuição do ruído e a reduzida necessidade de utilização de anestesia para realizar a preparação. Além dessas condições, se a adesão for boa, pode-se esperar durabilidade da restauração e danos inferiores à estrutura dentinária. As preparações com CVD sugerem menor presença de *smear layer*, o que poderia permitir diminuição da concentração ou do tempo de aplicação do ácido sobre a superfície dentinária, reduzindo também o risco de haver colapso das fibras de colagénio remanescentes após condicionamento ácido ou, ainda, favorecer o emprego de adesivos dentinários ditos autocondicionantes, em que os ácidos empregados em sua composição são de pH considerado mais fraco do que o ácido fosfórico a 37%, sem interferir na qualidade da camada híbrida.<sup>31</sup>

### **3.6. Diferentes tipos de preparações dentárias**

#### **3.6.1. Inlays, Onlays e Overlays**

Preparações parciais intracoronários (inlays) ou com cobertura das cúspides (onlays e overlays) são na grande maioria das vezes restaurados com cerâmicas ricas em sílica e apresentam características geométricas que não promovem adequada retenção, nem protecção mecânica do remanescente dentário, a não ser que o material restaurador esteja ligado ao substrato. Esses tipos de preparações disponibilizam, em geral, boa quantidade de esmalte nas margens, pela adesão ser



superior neste tipo de substrato. Assim, motivos relacionados ao material (cerâmicas ricas em sílica), fatores mecânicos, como retenção e distribuição dos estresses oclusais (geometria da preparação) e possibilidade de adesão ao esmalte na maior parte do perímetro marginal levam à escolha da estratégia de cimentação adesiva.<sup>33,34</sup>

Os materiais de escolha são os cimentos resinosos (associados a sistemas adesivos ou cimentos auto-adesivos) juntamente com o tratamento superficial e a silanização adequada do material restaurador cerâmico. Os cimentos resinosos podem ser fotopolimerizáveis, duais ou de cura química. Entretanto, quando a espessura ou opacidade da peça cerâmica for suficiente para impedir (ou reduzir demasiadamente) a passagem da luz do fotopolimerizador, está indicada a utilização de cimentos duais ou autopolimerizáveis.<sup>35,36</sup>

### 3.6.2. Facetas

Preparações para facetas cerâmicas também exigem cimentação adesiva com cimentos resinosos associados a sistemas adesivos. Os principais fatores determinantes são a necessidade de retenção e a translucidez das cerâmicas ricas em sílica em delgada espessura, que exigem cimentos com coloração ideal. Idealmente, o esmalte deve ser preservado, pois contribui com a qualidade da adesão do processo de cimentação adesiva, melhorando as taxas de sucesso clínico das restaurações.<sup>33</sup>

Deve ser dada preferência aos cimentos resinosos fotopolimerizáveis, uma vez que os cimentos de polimerização dual podem sofrer alterações de cor com o passar do tempo, pela degradação da amina terciária utilizada para promover cura química. Esse problema pode levar uma faceta ao fracasso estético.<sup>37</sup>

Sendo que pode-se dizer que há facetas convencionais e lentes de contato minimamente invasivas (abordadas detalhadamente no capítulo 10).

Segundo Decurcio *et al.*, as modificações nos formatos das preparações para facetas cerâmicas podem ser diversas no que diz respeito ao formato, sendo guiadas pelo defeito preexistente ou em função da dimensão antecipada da restauração definitiva e da cor do substrato. As indicações para facetas convencionais ou com preparação são:

- dentes escurecidos;



- dentes restaurados;
- dentes vestibularizados, girovertidos ou mal posicionados;
- diastemas grandes e com paredes envolvidas convergentes para incisal;
- restaurações oclusais para restabelecimento de dimensão vertical de oclusão.<sup>38</sup>

### 3.6.3. Coroas

Coroas totalmente confeccionadas com cerâmicas vítreas reforçadas por leucita, são indicadas para receber tratamento superficial, silanização e cimentação adesiva, independentemente das características da preparação.<sup>39</sup>

Para as coroas fabricadas sobre infra-estrutura de reforço (coping) de dissilicato de lítio, alumina infiltrada por vidro, alumina densamente sinterizada, ou dióxido de zircónio, a estratégia de cimentação ideal pode ser selecionada tendo em consideração os seguintes critérios:

1. “Quando a preparação não apresentar geometria que garanta adequada retenção, ou seja, altura menor do que 4mm e conicidade superior a 10 graus, a cimentação deve ser adesiva. Para essas preparações não-retentivas, a seleção do material para o *coping* deverá ter em conta a possibilidade de tratamento superficial da cerâmica. Na indisponibilidade de sistemas de cimentação com monómeros fosfatados ou métodos de silanização, a opção por *copings* de dissilicato de lítio torna-se interessante, pois ele alia boa resistência à possibilidade de condicionamento com ácido hidrófluorídrico.

2. Quando a preparação apresentar altura igual ou superior a 4mm, conicidade de até 10 graus e a peça apresentar-se bem adaptada (menos de 100µm de desadaptação marginal), a cimentação convencional é possível. Nesses casos, são fatores que colaboram na decisão pelo uso de cimentos convencionais:

- margens do preparo em dentina, já que a cimentação adesiva não apresentaria qualidade ideal nesse substrato;
- impossibilidade ou dificuldade no isolamento do campo operatório, fator essencial para a cimentação adesiva;

- *copings* opacos, sob os quais os cimentos convencionais, menos estéticos, não influenciam o resultado óptico final.

3. Nos casos em que a preparação apresentar os requisitos de retenção, a cimentação adesiva está indicada quando:

- a linha de cimentação for visível, devido a superior performance estética dos cimentos resinosos;
- os *copings* forem translúcidos (embora alguns cimentos de ionômero de vidro – 2,5 vezes mais translúcidos do que o fosfato de zinco – apresentem estética adequada e possam ser utilizados com *copings* de média ou baixa translucidez (Edelhoff, 2008 – comunicação pessoal).
- a desadaptação marginal for superior a 100µm (nesses casos, o cimento resinoso pode colaborar no preenchimento de eventuais desadaptações nas margens, porém, a alternativa mais indicada é a confecção e cimentação de uma nova peça cerâmica com adaptação ideal). “<sup>39</sup>

#### 3.6.4. Endocrowns

Com o avanço tecnológico, apareceram as *endocrowns*, também chamadas de coroas endodônticas adesivas, indicadas para restaurações de dentes tratados endodonticamente. São coroas totalmente cerâmicas, que conferem forma, função e estética, integrando-se ao dente com retenção intra-coronária baseada na câmara pulpar, sem uso de retentores intracanaís, estas são cimentadas com cimento resinoso, que permite adequada união da cerâmica à estrutura dentária, aumentando a longevidade da restauração. A técnica da Endocrow promove a preservação do remanescente dentário que apresenta a porção coronária parcialmente destruída e a câmara pulpar com profundidade suficiente, conferindo-lhe retenção. É bem indicada para dentes posteriores, tem características estéticas, bem como custo e tempo operatório reduzidos.<sup>40</sup>

Essa técnica preza por manter os canais radiculares intactos, usando a câmara pulpar como retenção para uma coroa cerâmica. Inicialmente, foram produzidas a partir de blocos de cerâmica Cerec, usinadas com o sistema CAD/CAM, mas podem ser obtidas a partir de outros sistemas cerâmicos, como o sistema IPS Empress 2.<sup>40</sup>

Estas são geralmente confeccionadas com cerâmicas ácido-sensíveis, exatamente porque é essencial para esse tipo de tratamento restaurador que a cerâmica seja adesivamente unida ao preparo que não apresenta geometria que colabore na retenção. *Endocrowns* podem apresentar problemas de retenção, quando confeccionadas em pré-molares, nos quais a superfície de adesão é reduzida, quando comparada à dos molares, nos quais as coroas endodônticas adesivas apresentam boas taxas de sucesso clínico devido à sua área geométrica maior.<sup>40</sup>

Foram avaliadas segundo o Método do Elemento Finito em pré-molares, tratados endodonticamente, e os resultados mostraram que os valores de cargas em dentina e na linha de cimentação para as *endocrowns* foram menores do que os apresentados pelas coroas. O teste de resistência à fratura revelou que as *endocrowns* apresentam resistência à fratura maior que a das coroas totais. Uma análise comparativa com ensaio mecânico associado ao método de elemento finito mostrou que as *endocrowns* e os núcleos de preenchimento com pinos de fibra de vidro apresentam padrão de fratura que não afeta a estrutura radicular, ao contrário dos núcleos metálicos fundidos, em que a estrutura dentária remanescente pode falhar, levando à exodontia.<sup>41</sup>

### 3.6.5. Pontes Fixas

Os critérios para a escolha da abordagem de cimentação de pontes fixas são semelhantes aos adotados para coroas. A cimentação adesiva está indicada por motivos de retenção e estética. Quando as preparações dos pilares apresentam geometria adequada, a cimentação convencional se torna uma opção interessante para grande número de casos. É importante ressaltar que pontes fixas cerâmicas requerem adaptação passiva e não apresentam a possibilidade de que sejam realizados elementos adicionais de retenção, como sulcos e canaletas, o que pode ser feito em pontes metalocerâmicas. Assim, não é incomum a necessidade de cimentação adesiva em pontes fixas totalmente cerâmicas.<sup>39</sup>

### 3.6.7. Pontes Adesivas

As pontes adesivas totalmente cerâmicas, seja no segmento anterior (pontes do tipo *Maryland*) ou no posterior (pontes suportadas por *inlays* ou *onlays*) devem, por motivos relacionados à retenção, receber tratamento adequado da superfície cerâmica e ser cimentadas adesivamente com cimentos resinosos.<sup>39</sup>

## **4. Classificação das cerâmicas dentárias**

O mercado dentário apresenta variedade de materiais cerâmicos e a sua classificação pode ser feita de acordo com diversos parâmetros como: a sua utilização, temperatura de fabricação, sistema cerâmico, composição, microestrutura e translucidez.<sup>15</sup>

Diante de tantas possibilidades, saber determinar com precisão a melhor cerâmica é um desafio. Essas diferenças reflectem-se principalmente na indicação, na preparação do dente e no protocolo de cimentação. Os sistemas cerâmicos apresentam propriedades óticas, como translucidez, opalescência, fluorescência e estabilidade de cor, que, somadas às propriedades físicas de biocompatibilidade, resistência à compressão, condutibilidade térmica semelhante à dos tecidos dentários e integridade marginal, conseguem devolver à prótese aparência extremamente agradável e natural.<sup>20</sup>

### **4.1. Classificação baseada na confecção**

De acordo com Martínez et al.<sup>41</sup>, a classificação dá-se segundo três principais categorias baseadas na técnica de confecção, sendo elas, condensação sob troquel refratário, injetadas (técnica da cera perdida), tecnologia assistida por computador (CAD-CAM). Há quem subdivida em artesanais (aquelas confeccionadas em laboratório) e industriais (aquelas processadas por tecnologias CAD/CAM).<sup>41</sup>

#### **4.1.1. Condensação sob troquel refratário**

Esta técnica está baseada na obtenção de um modelo de trabalho produzido através de um material refratário, que não sofre modificações dimensionais quando submetido a altas temperaturas, a partir de um modelo de gesso primário. A cerâmica será aplicada diretamente sobre o troquel termo resistente. Posteriormente à sinterização, remove-se o troquel e adapta-se a prótese sob o modelo primário para as correções finais.<sup>41</sup>

#### 4.1.2. Injetadas (técnica da cera perdida)

A técnica da cera perdida é muito parecida ao que tradicionalmente se realiza com metais. Inicialmente realiza-se o enceramento, que equivale ao *copping* ou restauração como um todo. Após esta etapa, este é revestido por um cilindro e dá-se início ao derretimento da cera. Posteriormente, a cerâmica (que está sob forma de pastilha) é aquecida até seu ponto de fusão e então ocorre a injeção do material para dentro do cilindro através de um êmbolo que empurra a cerâmica para dentro do molde. Alguns estudos têm demonstrado que este procedimento aumenta a resistência da cerâmica pois diminui a porosidade e proporciona uma distribuição mais uniforme dos cristais no interior da matriz.<sup>41</sup>

#### 4.1.3. Técnica CAD-CAM

Atualmente, os sistemas assistidos por computador são formados por três fases: digitalização, desenho e usinagem. É através da digitalização que se consegue realizar o registo tridimensional da preparação dentária, e esta digitalização pode ser efetuada de modo extra oral, na qual o *scanner* lê a superfície do troquel, ou intra oral, na qual o scanner capta imagens diretamente da boca, sem haver necessidade de moldagens prévias. Os dados extraídos são transferidos para um computador, no qual se processa um desenho através de um *software* disponibilizado pelo fabricante do sistema. Finalizado o desenho, o computador transfere as informações para a unidade de fresagem, que começa automaticamente a usinagem da peça cerâmica. Hoje-em-dia a tecnologia CAD/CAM (Computer Aid Design/Computer Aid Machining) torna possível efetuar restaurações cerâmicas muito precisas, implicando menor tempo de trabalho, sendo assim, muito práticas, tanto para o clínico como para o paciente.<sup>41</sup>

A maquinagem pode ser realizada em blocos pré-sinterizados ou totalmente sinterizados. As peças resultantes de blocos do pré-sinterizadas são moldadas para formar um tamanho de 25 a 30% maior do que o desejado (dependendo do lote do material) para compensar o encolhimento devido à sinterização. Unidades de blocos totalmente sinterizados são usinados no tamanho ideal, no entanto, eles sofrem o stress do processo de usinagem.<sup>42</sup>

## 4.2. Classificação baseada na temperatura de fusão

Em 1940, esta classificação foi estabelecida, e mais recentemente, uma quarta geração foi adicionada, sendo esta a ultra baixa temperatura de fusão. Na figura 2 representa-se um esquema acerca desta classificação. <sup>42</sup>

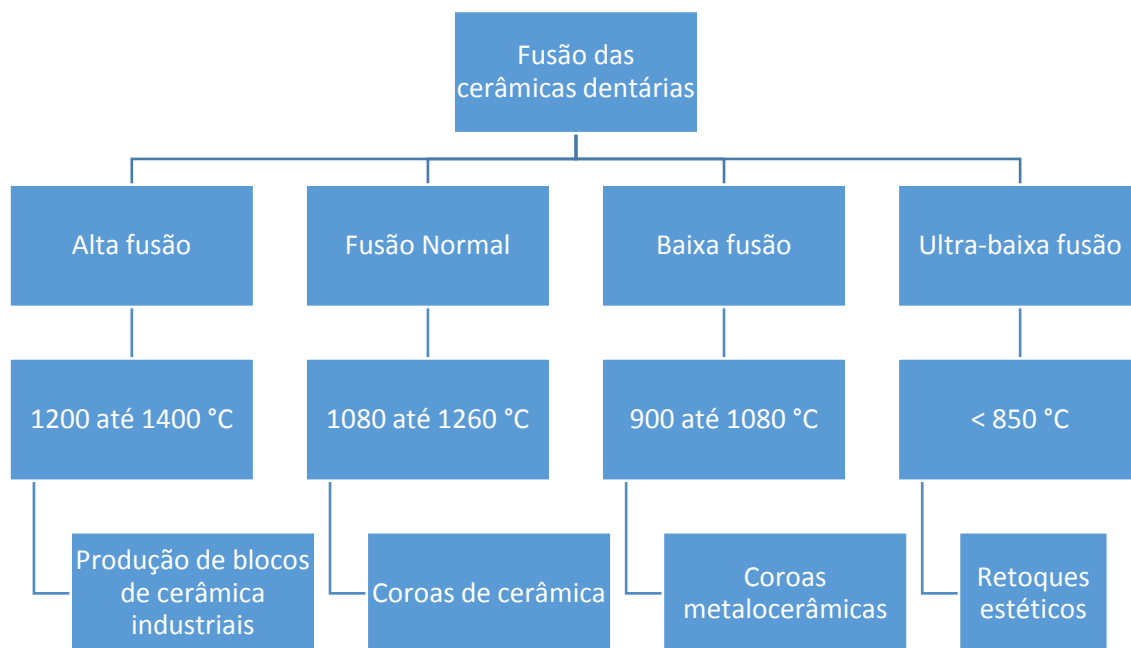


Figura 2 – Gerações de temperatura de fusão das cerâmicas dentárias. Volpato et al. (2010)<sup>42</sup>

## 4.3. Classificação baseada na composição

No presente trabalho, foca-se na composição, já que é esta característica que determina o seu adequado tratamento de superfície e o método de cimentação a ser empregado posteriormente para cimentá-la com o dente preparado.

Na Tabela 1 estão dispostos de forma resumida os sistemas cerâmicos, seus nomes comerciais, resistências flexurais e as suas indicações clínicas.

Tabela 1 - Exemplos, indicações e propriedades das Cerâmicas.

Principais Materiais	Sistemas	Resistência flexural	Indicações Clínicas
<b>Cerâmica vítrea</b> Feldspática (SiO <sub>2</sub> -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Na <sub>2</sub> O-K <sub>2</sub> O)	VITABLOCS Mark II (VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Germany), VITA TriLuxe Bloc (VITA Zahnfabrik),	110 MPa	Coroas anteriores, Facetas,

Leucita (SiO <sub>2</sub> -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -K <sub>2</sub> O)	VITABLOCS Esthetic Line (VITA Zahnfabrik). IPS Empress (Ivoclar Vivadent), Optimal Pressable Ceramic (Jeneric Pentron, Wallingford, Conn, IPS ProCAD (Ivoclar Vivadent).	180 MPa	Inlay, Onlay.  Coroas anteriores, Facetas, Inlay, Onlay.
Dissilicato de Lítio (SiO <sub>2</sub> -Li <sub>2</sub> O)	IPS Empress II (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent)	380 a 400 MPa	Coroas anteriores, Coroas posteriores até pré molar, PPF anterior, Prótese adesiva anterior, Facetas e lentes de contato, Inlay, Onlay.
<b>Alumina</b> Óxido de alumínio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	In-Ceram Alumina (VITA Zahnfabrik), In-Ceram Spinell (VITA Zahnfabrik), Synthoceram (CICERO Dental Systems, Hoorn, The Netherlands), In-Ceram Zirconia (VITA Zahnfabrik), Procera (Nobel Biocare, AB, Goteborg, Sweden).	550 a 650 MPa	Coroas anteriores e posteriores, PPF anterior, Prótese adesiva. *exceto In-Ceram Spinell, cuja indicação é para anteriores.
<b>Zircónia</b> YTZP (Zircónia estabilizada por ítrio) (ZrO <sub>2</sub> estabilizada por Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Lava (3M ESPE, St. Paul, Minn), Cercon (Dentsply Ceramco, York Pa) DC-Zirkon (DCS Dental AG, Allschwil, Switzerland, Denzir (Decim AB, Skelleftea, Sweden), Procera (Nobel Biocare AB)	900 a 1200 MPa	Coroa anterior e posterior, PPF anterior e posterior, Prótese adesiva, <i>Abutment</i> de implante

Fonte: Amoroso *et al.* (2012).<sup>3</sup>

#### 4.3.1. Ricas em sílica ou ricas em alumina

Segundo Meyer-Filho *et al.* <sup>43</sup>, os sistemas cerâmicos atuais para restaurações livres de metal podem ser divididos quanto à sua composição química em dois tipos: cerâmicas ricas em sílica (SiO<sub>2</sub>) e cerâmicas ricas em alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), por sua vez, mais artigos revisados fazem essa mesma categorização. <sup>43</sup>

Assim sendo, são consideradas cerâmicas ricas em sílica todas as que apresentam mais de 15 % de sílica (vidro) em sua composição, como as porcelanas feldspáticas tradicionais (VITA VMK 68) ou as modernas cerâmicas vítreas (IPS EMPRESS, IPS EMPRESS 2, optec, entre outras). Por sua vez, cerâmicas ricas em Alumina, ao contrário, são principalmente de natureza cristalina, com mínima ou nenhuma fase vítrea. São exemplos desta família as cerâmicas de óxido de alumínio infiltrado por vidro, como o In-Ceram Alumina, que apresenta em sua composição 82% de cristais de óxido de alumínio sinterizado e apenas 4,5% de vidro infiltrado; o In-Ceram Zirconia (62% de cristais de óxido de alumínio sinterizado, 20% de óxido de zircônio e 4,5% de vidro infiltrado) e a cerâmica de óxido de alumínio densamente sinterizado (Procera, All-Ceram, Nobel Biocare), com 99,5% cristais de óxido de alumínio puro.<sup>43</sup>

#### **4.3.2. Ácido-sensíveis ou ácido-resistentes**

Além disso, de acordo com os artigos analisados, também se pode categorizar as cerâmicas em dois tipos: cerâmicas sensíveis ao ataque do ácido hidrófluídrico e cerâmicas resistentes ao condicionamento por esse ácido; sendo as primeiras as ricas em sílica e as segundas cerâmicas oxidas de alta resistência à base de alumínio ou zircônia. Desta forma, pode-se dizer que o conhecimento exaustivo das características cerâmicas utilizadas nas restaurações protéticas livres de metal é essencial para a escolha da estratégia de cimentação a realizar posteriormente.<sup>43</sup>

#### **4.3.3. Vítreas, reforçadas ou policristalinas**

De acordo com Kelly *et al.*<sup>44</sup>, a subdivisão das cerâmicas de uso dentário deve ser feita em três principais categorias baseadas na composição: Vítreas; reforçadas e policristalinas.<sup>44</sup>

##### **4.3.3.1. Vítreas**

Considerando a reprodução mais fiel das propriedades óticas do esmalte e dentina, as cerâmicas mais eficazes para esse efeito são aquelas que possuem um elevado teor de vidro.<sup>44</sup>



As primeiras a serem produzidas em alta fusão foram as feldspáticas, no entanto sempre em associação com as laminas de platina. Embora apresentem uma qualidade estética muito elevada das coroas puras de cerâmica feldspática, os seus valores baixos de resistência restringiu a sua indicação apenas para coroas unitárias anteriores, em paciente sujeitos a baixas forças oclusais.<sup>3</sup>

Tanto as cerâmicas como os vidros são materiais altamente friáveis, pelo que consequentemente têm altos valores de resistência à compressão, no entanto baixa resistência à tração, e podem sofrer fratura sob uma força bastante reduzida (0,1% - 0,2%).<sup>45</sup>

Inicialmente, as cerâmicas de uso dentário tinham composição semelhante das porcelanas utilizadas no artesanato. Continham os 3 elementos básicos da cerâmica: feldspato, quartzo e caulim. Com o passar do tempo essa composição foi se alterando até chegar às atuais cerâmicas feldspáticas que são compostas por uma matriz de feldspato, na qual estão dispersas partículas de quartzo e em muito menor quantidade de caulim. O feldspato ao se decompor em vidro, é responsável pela translucidez, o quartzo é a fase cristalina e o caulim dá a plasticidade e facilita o manuseio quando a cerâmica ainda não está cozida. Além disso, para diminuir a temperatura de sinterização da mistura, sempre se incorporam fundentes, e pigmentos para se obter diferentes tonalidades.<sup>41</sup>

Segundo Villarroel *et al.*<sup>46</sup> a cerâmica feldspática é basicamente uma mistura de feldspato de potássio ou feldspato de sódio e quartzo. Assim sendo, quando os seus constituintes são fundidos a temperaturas altas (1200 – 1250°C) origina-se um vidro líquido e cristais de leucita. Esta massa fundida é então resfriada bruscamente para manutenção do estado vítreo, que é constituído basicamente por uma rede de sílica. Após o resfriamento a massa é moída e obtêm-se um pó. Assim, a cerâmica feldspática apresenta duas fases: uma vítrea, responsável basicamente pela translucidez do material, e uma cristalina, que confere resistência. Como a cerâmica feldspática é composta basicamente de vidro, possuem excelentes propriedades ópticas que nos permitem conseguir bons resultados estéticos, porém ao mesmo tempo são frágeis, por este motivo, foi-se modificando a composição das cerâmicas até que se encontrasse novos materiais que apresentaram uma tenacidade adequada para possibilitar a confecção de restaurações totalmente cerâmicas.<sup>46</sup>

Cerâmicas feldspáticas são frequentemente utilizadas como cerâmicas de cobertura, para fornecer estética às cerâmicas de infraestrutura como as policristalinas ou vidros reforçados por partículas.<sup>47</sup>

#### 4.3.3.2. Reforçadas

Com o intuito de enriquecer as propriedades mecânicas e controlar os efeitos óticos como opalescência, cor e opacidade, partículas cristalinas ou de vidro de alta fusão foram incorporadas à composição das cerâmicas vítreas.<sup>48</sup>

##### 4.3.3.3.1. Por leucita

Com o objetivo de melhorar o efeito ótico das cerâmicas, os cristais de leucita foram incorporados à cerâmica feldspática, com o nome comercial de IPS EMPRESS. Esse sistema utiliza a técnica da cera perdida para confecção da cerâmica reforçada por cristais de leucita, onde o enceramento total da peça é incluído em um revestimento fosfatado, que será posteriormente submetido à injeção. A cera é então queimada e derretida, e no espaço criado é injetada uma pastilha de vidro pré-ceramizada, que será fundida num forno especial, sob temperatura e pressão controladas.<sup>43</sup>

De acordo com Martins *et al.*<sup>49</sup> pode-se inferir que as vitrocerâmicas com reforço de leucita alcançaram um ganho na resistência flexural na faixa de 35-55% em comparação com as feldspáticas tradicionais.<sup>49</sup>

Segundo Kelly e Benetti<sup>50</sup> constataram, a leucita é considerada uma boa escolha quando se trata de aumentar a resistência da cerâmica feldspática, pois seus índices de refração são muito próximos, fazendo então com que ocorra um aumento moderado da resistência sem que haja um aumento na opacidade do material. Esta composição também é facilmente condicionável, criando características micromecânicas para a adesão à resina.<sup>50</sup>

Outro ponto positivo é que devido ao resfriamento das partículas, ocorre uma redução volumétrica percentual da leucita, maior do que o vidro circundante e esta diferença gera tensões residuais que opõem-se à propagação de rachaduras.

As cerâmicas reforçadas por leucita apresentam resistência à flexão de até 120MPa, e os resultados estéticos obtidos são ótimos devido à alta translucidez, fluorescência e opalescência apresentadas. É recomendada para *inlays*, *onlays*,

facetar e coroas anteriores. Apresenta valores de resistência na faixa de 95 a 180 Mpa e resistência à fratura de aproximadamente 1,3 Mpa m<sup>1/2</sup>.<sup>8</sup>

Segundo Villaroel<sup>46</sup>, as suas principais características em seu favor são a ausência de infraestrutura metálica, boa translucidez e moderada resistência flexural.<sup>46</sup>

#### 4.3.3.2.2. Por dissilicato de lítio

Surgiram as cerâmicas vitrificadas reforçadas com cristais de dissilicato de lítio, conhecidas comercialmente como IPS EMPRESS II.<sup>47</sup> Atualmente também apresenta a formulação do sistema IPS E.max.<sup>48</sup> Este sistema é fabricado através de uma combinação de técnicas: da cera perdida e injeção por calor e pressão.<sup>47</sup>

O IPS E.max Press tem lingotes de dois tamanhos, com resistência de 400MPa, e são, portanto, as cerâmicas prensadas com maior resistência. Por serem injetadas, essas cerâmicas possuem alta precisão de ajustes. Os lingotes apresentam-se com quatro níveis de translucidez: HT, LT, MO e HO, selecionados de acordo com cada planeamento. A confecção do E.max Press é baseada na técnica de cera perdida, procedimento descrito na literatura desde 5500 a.C.<sup>49</sup>

O IPS E.max é um novo sistema, que procura abranger todas as indicações de restaurações anteriores e posteriores. É composto por um número de componentes independentes, portanto, podem-se seleccionar os materiais mais adequados para os requisitos individuais de cada caso. O procedimento inclui um sistema inovador de dissilicato de lítio, que é apropriado para a confecção de próteses individuais, bem como alta resistência do óxido de zircônia, que é projectada para a confecção de prótese fixa extensa.<sup>50</sup> Estão disponíveis para tecnologia de injeção dois tipos de pastilhas: IPS e.max Press, cerâmica reforçada por dissilicato de lítio e IPS e.max ZirPress que é uma cerâmica vítrea reforçada por dissilicato de lítio para aplicação sobre copings de zircônia. Foi desenvolvida uma cerâmica de estratificação para cobertura: a IPS e.max Ceram, um tipo de cerâmica que possui uma fase cristalina composta de cristais de nano e microfluorapatita.<sup>48</sup>

O sistema tipo *press*, de forma geral, necessita de espessura média de 0,6mm.<sup>51</sup> O tipo de preparação dentária deve ser convencional para restaurações sem metal. Nas facetar, todo o preparo deve ser localizado em esmalte, com margens incisais fora de contato dinâmico, e as proximais não precisam ser delimitadas. A redução vestibular deve ser de, no mínimo, 0,6mm de espessura, dependendo do grau de transparência exigido na região incisal: quanto maior for o grau, maior será o desgaste.<sup>52</sup> Outros autores relatam que a característica adesiva do material possibilita a confecção de

fragmentos minimamente invasivos até 0,3mm de espessura, pois eles serão adesivamente aderidos ao substrato dentário, mostrando, por meio do condicionamento do ácido fluorídrico na cerâmica (20 segundos), uma possibilidade de forte adesão, transformando-as em um corpo único, entre cerâmica e elemento dentário.<sup>53</sup>

A função dos cristais de dissilicato de lítio neste sistema é atribuir à cerâmica propriedades mecânicas superiores, fazendo com que o sistema se torne mais resistente. Porém tal resistência não interfere no resultado ótico final da restauração devido à alta translucidez que o sistema possui.<sup>54</sup>

As cerâmicas reforçadas por dissilicato de lítio têm uma resistência à flexão de 350 a 450 MPa e uma resistência à fratura cerca de três vezes superior à da cerâmica reforçada com leucita (2 a 3.3 MPa m<sup>1/2</sup>)<sup>55</sup> assim sendo são as suas propriedades mecânicas muito melhores.<sup>8</sup>

As cerâmicas à base de dissilicato de lítio (60%) têm cristais longos como agulhas e ficam dispersas em uma matriz vítrea de forma entrelaçada e homogênea, garantindo propriedades de resistência adesiva (passíveis de tratamento de superfície), e alto padrão estético, devido ao índice de refração de luz semelhante ao elemento dentário. São indicadas para *inlays*, *onlays*, coroas parciais, coroas unitárias totais em regiões anteriores e posteriores, próteses de até três elementos, terminações de *abutment* e como subestruturas de implantes.<sup>56</sup>

#### 4.3.3.2.3. Por alumina, magnésio e zircónia

Em 1965, McLean e Hughes abriram uma nova linha de investigações no mundo das cerâmicas livres de metal. Eles incorporaram na cerâmica feldspática grandes quantidades de óxido de alumínio, reduzindo a proporção de quartzo. O resultado foi um material de microestrutura mista na qual a alumina, ao ter uma temperatura de fusão elevada, permanecia em suspensão na matriz, e estes cristais melhoraram extraordinariamente as propriedades mecânicas da cerâmica, porém com uma redução brusca na translucidez.<sup>40</sup>

Assim sendo, sabe-se que foi desenvolvida a primeira cerâmica ametálica, a cerâmica aluminizada, com melhor resistência à flexão do que a feldspática, podendo conter de 50% (**In-Ceram Alumina**) a 99,5 (**Procera**) de óxido de alumínio em sua

composição, caracterizando-se como cerâmica que expressa certo grau de opacidade. Dessa forma foi indicada para confecção de infra-estruturas. No mercado actualmente também existem o Procera AllCeram (Nobel Biocare AB, Gotenburg, Suécia) e o Techceram (Techceram Ltd. Reino Unido). As principais vantagens deste sistema são a maior resistência e translucidez superior se comparado aos sistemas de materiais infiltrados com vidro.<sup>8</sup> A infraestrutura apresenta 99% de alumina e alta resistência a flexão: 687 MPa.<sup>57</sup>

No intuito de suprir essa falha estética pelo excesso de opacidade, desenvolveu-se o **In-Ceram Spinell**, que agrega, além de óxido de alumínio, o óxido de magnésio, e confere o dobro de translucidez do In-Ceram. Entretanto, o ganho de padrões estéticos tem seu preço, com a perda de resistência na ordem de 20%. Por outro lado, o **In-Ceram Zirconia**, uma mistura de aproximadamente 69% de óxido de alumina com 31% de óxido de zircónio, resulta em um aumento significativo da resistência à flexão, apresentando-se como um sistema sensivelmente opaco.<sup>58</sup>

A zircónia estabilizada por ítrio é a cerâmica do grupo dos óxidos que possui a maior resistência à flexão (900 a 1200 MPa), devido ao seu mecanismo de transformação de fase, que contribui para a obstrução da propagação de trincas.<sup>3</sup>

A principal característica deste material é a sua elevada dureza devido à sua microestrutura totalmente cristalina e além disso possui um mecanismo de reforço chamado “fortalecimento por transformação”. Este fenómeno descoberto por Garvie & cols. em 1975 consiste na transformação da zircónia parcialmente estabilizada frente a uma área de alta tensão mecânica, como o início de uma trinca. A zircónia sofre uma transformação de fase cristalina para tetragonal e desta para monocíclica, adquirindo assim, um volume maior. Desta forma se aumenta localmente a resistência e se evita a propagação da fratura.<sup>40</sup>

#### 4.3.3.3. Cerâmicas policristalinas

Segundo Kelly, cerâmicas policristalinas não têm componentes vítreos e todos os seus átomos estão devidamente organizados em matrizes regulares e densas, o que a torna muito mais resistente à fratura do que nos átomos irregulares e dispostos em redes muito menos densas encontradas nos componentes vítreos. Tal resistência torna o processamento muito mais difícil para se adquirir formas mais complexas. Devido a este fato anteriormente apresentado, não se conseguia uma boa adaptação de próteses feitas de cerâmicas policristalinas antes de surgir o sistema CAD/CAM.<sup>59</sup>

#### 4.3.3.3.1. Alto conteúdo de alumina

Ao que parece foi uma extensão natural dos sistemas reforçados com alumina, o fato de haver opção de confeccionar uma estrutura de alumina pura. Atualmente, no mercado há no mínimo dois sistemas que sugerem esta forma de estrutura: o Procera AllCeram (Nobel Biocare AB, Gotenburg, Suécia) e o Techceram (Techceram Ltd. Reino Unido). Como vantagens deste sistema são o facto de apresentarem maior resistência e uma translucidez superior quando comparados aos sistemas de materiais infiltrados por vidro.<sup>8</sup>

A infraestrutura apresenta 99% de alumina e alta resistência a flexão: 687 MPa.<sup>60</sup>

#### 4.3.3.3.2. Alto conteúdo de zircónia

A zircónia estabilizada por ítrio é a cerâmica do grupo dos óxidos que possui a maior resistência à flexão (900 a 1200 MPa), devido ao seu mecanismo de transformação de fase, que contribui para a obstrução da propagação de trincas.<sup>3</sup>

Os altos valores dureza da zircónia, devido à sua microestrutura totalmente cristalina e além disso possui um mecanismo de reforço chamado “fortalecimento por transformação”. Este fenómeno foi descoberto por Garvie & cols. , em 1975, e consiste na transformação da zircónia parcialmente estabilizada. Assim, a zircónia sofre uma transformação de fase cristalina para tetragonal e desta para monocíclica, alcançando assim, um volume superior. Desta maneira, aumenta-se localmente a resistência e evita-se a propagação da fratura.<sup>40</sup>

Da mesma forma que as cerâmicas com alto conteúdo de alumina, as cerâmicas com alto conteúdo de zircónia são altamente opacas, e por isso são empregadas somente para confecção do núcleo da restauração, para posteriormente serem recobertas por cerâmicas convencionais para adquirir uma boa estética.<sup>40</sup>

Assim como as cerâmicas com alto conteúdo de alumina, as cerâmicas com alto conteúdo de zircónia são extremamente opacas, logo são utilizadas exclusivamente para confeção do núcleo da restauração, para posteriormente serem recobertas por cerâmicas convencionais para alcançarem uma estética satisfatória.<sup>40</sup>

#### 4.4. Classificação baseada no tipo de cimentação adesiva ou convencional

A Norma ISO 6872 classificou as cerâmicas de acordo com a sua indicação clínica e filosofia de cimentação empregada. Estabeleceram-se dois grupos: cerâmicas cimentadas de forma adesiva; e cerâmicas cimentadas de forma não adesiva. Seguindo esse raciocínio, alguns autores classificam as cerâmicas em ácido-sensíveis e ácido-resistentes, criterizando o material pela modificação de sua infraestrutura superficial devido à ação do ácido hidrófluorídrico em concentrações de 9,5% a 10%.

61

Neste mesmo contexto, podem ser classificadas como cerâmicas ácido-sensíveis as cerâmicas feldspáticas (ricas em sílica) e as cerâmicas à base de dissilicato de lítio. Sobre estas pode inferir-se que o condicionamento com ácido hidrófluorídrico já está bastante sedimentado pela prática clínica e por estudos científicos, sendo amplamente aceito.<sup>61</sup>

Podem ser classificadas como cerâmicas ácido-resistentes as cerâmicas reforçadas por óxido de alumínio e óxido de zircônia. Neste grupo, por apresentarem uma microestrutura físico-química sem vidro (sílica), dificilmente a ação do ácido hidrófluorídrico promoverá qualquer alteração significativa na sua superfície. Estas cerâmicas necessitam de um tratamento com utilização de jatos abrasivos associados às partículas de óxido de alumínio e óxido de sílica, a fim de promover uma alteração significativa na superfície. Entre os métodos utilizados destacam-se os sistemas Rocatec (indicados para laboratórios de prótese) e Cojet (indicados para aplicação em consultório), que vamos falar mais mais para a frente.<sup>62</sup> Uma das dificuldades encontradas em todos os sistemas com alta resistência, é que nenhum deles permite a realização de condicionamento ácido de forma micromecânica sobre a superfície de retenção. Sem um agente de união efetivo, ou uma superfície ideal micromecanicamente retentiva, esses sistemas não podem ser unidos aos tecidos dentais com resinas e conseqüentemente não irão obter os benefícios associados às restaurações cerâmicas com o uso de cimentos resinosos adesivos.<sup>8</sup>



## 5. **Sistemas Adesivos de condicionamento ácido e a implementação da era adesiva**

A busca por materiais que apresentem adesão à estrutura dentária não é de todo algo recente. Pesquisadores e clínicos, desde há mais de 60 anos, que já realizam uma procura extensa por procedimentos capazes de potenciar a união entre materiais restauradores e o substrato dentário, de modo a facilitar e simplificar os métodos, assim como os tornar mais estáveis e menos invasivos. Desta forma, as resinas foram avaliadas como uma das hipóteses de tratamento disponíveis, no entanto a união desses agentes com a estrutura dentária era muito fraca e instável, o que impossibilitava o seu uso.<sup>63</sup>

### Primeiro condicionamento do esmalte

“Desse modo, a ciência entra com um papel decisivo para a viabilidade do ideal de união de um material restaurador à estrutura dentária, e assim como ocorreu com a descoberta de diversos materiais e técnicas utilizados actualmente a ideia desse material adveio da observação de fatos cotidianos, transferindo-os para a prática clínica, Michael Buonocore, há 6 décadas, ao observar o selamento e a pintura de cascos de navios, verificou que estes eram condicionados inicialmente com uma solução ácida, para que houvesse melhor aderência da tinta ao casco. Com o mesmo princípio Buonocore realizou em laboratório experimentos que o levaram a concluir que o condicionamento do esmalte aumentaria em quase 100 vezes o poder de união das resinas da época ao esmalte dentário, tendo sido este, talvez o passo mais importante para o desenvolvimento da era adesiva.”<sup>64</sup>

### Primeiro sistema adesivo

Em 1978, deu-se o lançamento do primeiro sistema adesivo no mercado, contudo não existia segurança para o uso clínico desse material, porque estabilidade de união era baixa, o que tornava o tratamento praticamente impossível. Para resolver esta situação, introduziram o condicionamento ácido em dentina, o que melhorou a força de união a este substrato. No entanto, as Academias Europeias e Americana apoiavam que a prática de condicionamento total não era segura e que poderia provocar prejuízo ao tecido pulpar. Esta forma de pensamento persistiu até que estudos demonstraram que o dano pulpar observado em pesquisas anteriores era causado por infiltração bacteriana, e não decorrente da acção do ácido sobre a dentina.<sup>64</sup>



Os pesquisadores persistiam em procurar formas de melhorar a adesão, no entanto, a eficiência clínica dos sistemas adesivos ainda não era a desejada; a união à dentina era menor que as forças de contração de resina composta, fator que originava sensibilidade pos-operatória, microinfiltração e cárie secundária. Desse modo, autores analisaram e atribuíram o nome de “camada híbrida” à dentina condicionada e infiltrada pelo sistema adesivo, conceito esse que ajudou na evolução da técnica e nos melhores resultados alcançados.<sup>63</sup>

“Diante do grande avanço obtido, o que sentenciou que os sistemas adesivos fariam parte da prática clínica como protagonistas foram os achados de Kanca. Observando os insucessos clínicos dos sistemas adesivos, esse pesquisador analisou a interface adesiva e verificou que, no momento em que se secava a dentina, como o faziam com o esmalte, com um intenso jato de ar, as fibras de colagénio expostas entravam em colapso, fato que impedia a eficiente difusão dos adesivos com o sistema de condicionamento total, que preconiza a manutenção da dentina umedecida para melhor difusão dos adesivos por entre as fibras de colagénio expostas, resultando em excelente e duradoura união, artifícios utilizados até os dias de hoje. Sendo assim, para os adesivos de condicionamento total, os protocolos após anos de estudo indicam a necessidade de realização de condicionamento ácido do esmalte por 15 a 30s, obtendo-se resultados semelhantes, e 15s em dentina, com secagem através do uso de papel absoervente ou algodão, evitando o colapso das fibras de colagénio e permitindo melhor difusão e união do sistema adesivo com os diferentes substratos dentários.”<sup>64</sup>

Nas figuras 3 e 4, apresenta-se a imagem obtida através de microscopia electrónica, responsáveis pela retenção do adesivo à estrutura dentária, quer na dentina condicionada por ácido fosfórico, como pelo esmalte condicionado por ácido fosfórico, respectivamente.



Figura 3 - Dentina condicionada com ácido fosfórico a 37% por 15 s. Fibras colagénias expostas, responsáveis pela retenção do adesivo à estrutura dentária. Microscopia gentilmente cedida pelo Prof. Dr. Vinícius Di Hipólito. X 6.500. Adriano Lima (2015)<sup>64</sup>

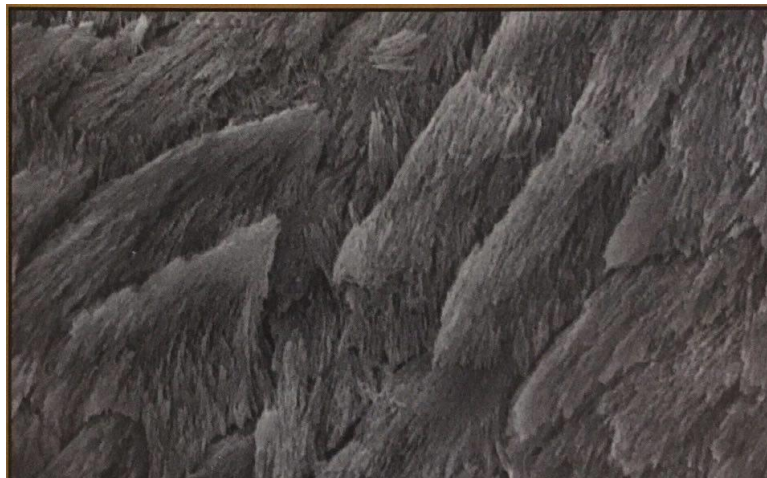


Figura 4 – Esmalte condicionado com ácido fosfórico 37% por 30 s. Pode-se observar os prismas de esmalte, assim como as microretenções formadas. Adriano Lima (2015) 64

Sabe-se que a utilização de sistemas adesivos de condicionamento total tem segurança desde que se estabeleça uma barreira dentária entre o sistema adesivo e o tecido pulpar, e que esta barreira tenha um mínimo de espessura. Porém, contrariamente, alguns estudos apoiavam que não havia qualquer problema em realizar condicionamento ácido sobre o tecido pulpar e a seguida aplicação do sistema adesivo.<sup>65</sup>

Na atualidade, uma das grandes preocupações que clínicos e pesquisadores enfrentam é em relação à durabilidade da união dos procedimentos adesivos. Segundo os estudos, salienta-se que esmalte não é problema dos procedimentos, uma vez que a estabilidade de união nesse substrato é grande.<sup>63</sup> No entanto, na dentina, a exposição de fibras de colagénio e a incompleta difusão dos agentes adesivos por toda a extensão da desmineralização são obstáculos a ser enfrentados. “Enzimas como metaloproteinases e catepsinas aceleram o processo de degradação da interface adesiva e podem interferir e reduzir a efectividade da união realizada ao longo dos anos. Uma das alternativas que os pesquisadores encontraram e que já se tornou clinicamente aplicável para a redução desses efeitos é o uso de clorexidina a 0,12 a 0,2% previamente à aplicação do sistema adesivo, um procedimento clínico simples e eficaz, que pode aumentar a longevidade da união à dentina.”<sup>63</sup>

Há um problema associado ao atraso no selamento da dentina que ocorre tradicionalmente nas restaurações indiretas. Com esta técnica, a dentina é selada após a fase provisória, já na fase da cimentação. Foi demonstrado que esta cronologia

não fornece as condições ideais para procedimentos de adesão. O selamento de dentina imediato (IDS) é uma nova abordagem em que a dentina é selada imediatamente após a preparação do dente, antes de fazer a impressão. O objetivo deste estudo foi determinar se havia diferenças na resistência de união à dentina humana utilizando a técnica de selamento dentinário atrasado (DDS) ou selamento dentinário imediato. Após este estudo, Magne et al (2005) chegaram à conclusão que ao preparar dentes para restaurações adesivas indiretas, o selamento dentinário imediato com um adesivo de 3 passos (etch-and-rinse), antes de realizar a impressão, melhora a resistência de união em comparação com o selamento dentinário tardio. Esta técnica também elimina quaisquer preocupações em relação à espessura da película do selante de dentina.<sup>66</sup>

### 5.1. As duas estratégias adesivas

A evolução da tecnologia dos sistemas adesivos e o conhecimento disponível sobre adesão aos tecidos dentários duros estão baseados em estudos que avaliam qualidade de adesão, que geralmente são realizados em tecidos dentários saudáveis. A condição prévia do substrato dentário pode alterar a eficiência de uma restauração adesiva. Nesse sentido, sob o ponto de vista clínico, os substratos dentários viáveis para adesão podem estar afetados por cárie ou ainda, em pacientes fumadores, podem estar contaminados pelo fumo do cigarro. Assim sendo, concluiu-se que a modificação dos tecidos dentários duros por bactérias relacionadas com o desenvolvimento da doença cárie, bem como pela impregnação de componentes do fumo do cigarro, interfere na qualidade da adesão.<sup>67</sup>

“Caso seja necessário realizar um procedimento adesivo em dentina exposta na cavidade oral de um paciente fumador, recomenda-se deixar as margens da cavidade em esmalte e alertar o paciente que a dentina contaminada pelo fumo de cigarro pode ter maior chance de apresentar problemas de adesão, tais como microinfiltração, a qual pode resultar em cárie secundária e perda de retenção. Em situações clínicas em que haja esmalte hipomineralizado e quando o controle da remoção do tecido cariado é dificultado, recomenda-se:

- No caso de esmalte hipomineralizado por lesão cáries se deixar as margens da cavidade em esmalte sadio e utilizar um adesivo autocondicionante de dois passos, com comprovada eficácia;

- No caso de dentina afetada por cárie: deixar as margens da cavidade em esmalte sadio e utilizar um sistema adesivo eficiente, qualidade comprovada com evidência científicas.”<sup>67</sup>

### 5.1.1. Adesivos condicione e lave e autocondicionante

Os adesivos podem ser do tipo condicione e lave (*etch-and-rinse*) ou autocondicionante (*self-etch*).<sup>49</sup>

A estratégia condicione e lave precede a utilização de ácido fosfórico a 30-40% em um passo separado, que é aplicado sobre o substrato dentário e lavado. Com isso, o ácido desmineralizando os tecidos e, quando lavado, remove da superfície dentaria a smear layer. Após esse passo segue-se a aplicação de um primer, que é composto por um monómero com maior afinidade à água (por exemplo, 2-hidroxietil metacrilato, HEMA), que age preparando o substrato para receber um monómero com baixa afinidade à água existente nos adesivos dentários. A estratégia condicione e lave pode ser de três passos (ácido+primer+adesivo) ou dois passos, quando o primer e adesivo são unidos em um único frasco (ácido+ primer e adesivo).<sup>49</sup>

Na estratégia autocondicionante não existe um passo separado para o condicionamento ácido. Nessa técnica existe um monómero ácido, que à medida que entra em contato com o substrato, promove a desmineralização e permite a penetração dos monómeros. Nessa caso, o produto permanece no substrato, não devendo ser lavado. Os procedimentos autocondicionantes podem ser de dois passos (primer ácido+adesivo) ou de passo único, com ácido, primer e adesivo em um mesmo frasco (Figura 3).<sup>58</sup>



Figura 5 – Esquema para exemplificar alguns sistemas adesivos utilizados para as estratégias adesivas condicione e lave e autocondicionante, além da classificação em passos. Clavijo (2007)<sup>49</sup>

### 5.1.2. Que estratégia adesiva optar?

As duas estratégias adesivas são bastante distintas quanto à remoção ou manutenção da smear layer.<sup>49</sup>

- **Estratégia condicione e lave**

Na estratégia condicione e lave, a smear layer é removida e expõe os túbulos dentinários. Com isso, a dentina torna-se mais permeável, facilitando a passagem de fluido por meio dos túbulos expostos. Também, a maior permeabilidade da dentina favorece a passagem de fluidos através da camada adesiva, o que diminui sua qualidade. Outra desvantagem dessa estratégia adesiva é a possibilidade de ocorrer profundidade de desmineralização pelo ácido maior do que a capacidade de penetração do adesivo, o que resulta numa falha chama microinfiltração.<sup>69</sup>

Assim, permanecem áreas desmineralizadas sem adesivo, ficando expostas as fibras de colagénio, que podem ser degradadas pela água ou enzimas. Portanto, essa estratégia adesiva tem a desvantagem de aumentar a permeabilidade de dentina, além de poder gerar microinfiltração, o que pode reduzir a qualidade da camada adesiva e causar sensibilidade pós-operatória.<sup>70</sup>

- **Estratégia autocondicionante**

Para a estratégia autocondicionante, como não existe um passo separado para o condicionamento e lavagem do ácido, a *smear layer* é mantida e incorporada à camada adesiva, o que mantém a dentina pouco permeável. A profundidade de desmineralização e penetração de monómeros é a mesma, e menor é o índice de sensibilidade pós-operatória para essa estratégia, porém, adesivos do tipo autocondicionante apresentam relativamente baixo índice de força adesiva ao esmalte. Uma forma bastante difundida para aumentar a força adesiva ao esmalte é fazer o condicionamento prévio apenas nas margens de esmalte com ácido fosfórico, antes da aplicação do adesivo autocondicionante. Esse procedimento prévio torna o esmalte mais poroso e melhora a adesão do adesivo ao esmalte dentário.<sup>71</sup>

### 5.1.3. Considerações acerca dos adesivos

Contudo, os adesivos de três passos do tipo condicione e lave apresentam os maiores índices de força adesiva, ou seja, exigem força maior para romper a união do dente ao material restaurador. É na escolha da estratégia adesiva a utilizar que todos esses factores devem ser igualmente considerados, como sensibilidade pós operatória, durabilidade da camada adesiva, simplicidade de utilização, além do tipo de tecido duro envolvido na adesão (esmalte ou dentina) e se é em dente polpado ou que recebeu tratamento endodôntico.<sup>63</sup>

Embora existam novos adesivos no mercado que prometam ser versáteis, permitindo que o mesmo produto seja utilizado para ambas as técnicas, a literatura sobre tais produtos é escassa, devido a seu curto tempo de existência.<sup>63</sup>

De acordo com Sato et al. (2016), foram realizados estudos para avaliar a zona de resistência ácido-base (ABRZ) na interface adesivo/esmalte de adesivos autocondicionantes com ou sem condicionamento com ácido fosfórico antes. Dessa forma, quatro diferentes adesivos (Clearfil SE Bond (SEB), Optibond XTR (XTR), Scotchbond Universal Adhesive (SBU), and Clearfil BOND SE ONE (ONE) foram usados em 8 grupos diferentes, uns com prévia aplicação de ácido fosfórico por 10 segundos e outros sem aplicação de ácido fosfórico no esmalte. Concluiu-se que esmalte abaixo da interface de ligação foi mais susceptível à dissolução ácida em Scotchbond Universal Adhesive (SBU) e Clearfil BOND SE ONE (ONE). Assim, no caso dos adesivos autocondicionantes de frasco único e adesivos universais que intrinsecamente tenham valores de pH mais elevados, o condicionamento do esmalte deve ser recomendado para melhorar a qualidade da interface.<sup>72</sup>

Foi realizado um estudo com o objetivo de investigar a estabilidade adesiva ao longo do tempo de um sistema adesivo *multi-mode* de uma etapa só, aplicado utilizando diferentes técnicas de ligação sobre dentina humana coronal. As hipóteses testadas foram que a ativação da resistência à microtração (MTB), expressão de nanoinfiltração na interface e metaloproteínases da matriz (MMPs) não são afetadas pelo modo de aplicação do sistema adesivo (na sequência da utilização da técnica autocondicionante ou com a técnica de condicione e lave na dentina seca ou húmida) ou por envelhecimento durante 24 h, 6 meses e 1 ano em saliva artificial. Assim, segundo Marchesi et al (2013) conclui-se que a utilização da abordagem de autocondicionamento para obter adesão à dentina através do sistema adesivo *multi-mode* melhora a estabilidade dos resultados de adesão a longo do prazo.<sup>73</sup>



#### 5.1.4. Como melhorar a adesão?

- Uma delas é a desmineralização seletiva do esmalte, isto é, aplicar ácido fosfórico 30-40% exclusivamente nas margens de esmalte é uma técnica indicada para aumentar a força de adesão dos autocondicionantes, pois estes possuem desempenho bom de força adesiva, quando aplicados sobre dentina, e relativa menor força adesiva, quando aplicados sobre esmalte, pelo facto do poder de desmineralização desses produtos ser menor. Ainda, quando estão em contato com o esmalte, que é mais mineralizado que a dentina, a camada desmineralizada pelo poder ácido dos adesivos autocondicionantes é menor. Ao aplicar ácido nestas concentrações apenas em esmalte, por 15 a 30 segundos, os resultados de força adesiva aumentam.<sup>74</sup>

- Outra forma é a aplicação ativa e vigorosa do adesivo aumenta a qualidade da camada adesiva, para os dois tipos de estratégias adesivas. Uma aplicação vigorosa na técnica condicione e lave pressiona a rede de fibras de colagénio desmineralizadas e ajuda na penetração do adesivo e remoção da água residual que permanece entre as fibras de colagénio após a lavagem do ácido. Esse é o papel que o primer deve fazer, porém, em adesivos de dois passos com o primer e adesivo em um mesmo frasco, o papel do primer fica menos efectivo e uma aplicação ativa favorece a penetração do adesivo e auxilia na evaporação dos solventes contidos nele.<sup>75</sup>

Para os adesivos autocondicionantes, a aplicação vigorosa e ativa favorece a desmineralização dos tecidos, por aumentar a oferta de monómeros ácidos aos tecidos, auxiliando na remoção da smear layer da superfície do esmalte e dentina. Deve ter-se alguns cuidados para realizar essa manobra, como não utilizar pincel por terem as cerdas macias, e nem mesmo microbrush de haste flexível, que não permite a pressão sobre os tecidos. Indicado é utilizar microbrush de haste rígida e de tamanho compatível com o tamanho da cavidade.<sup>76</sup>

- “Uma maneira também eficaz é aplicar mais de uma camada antes de fotopolimerizar, pois sabe-se que aplicar múltiplas camadas de adesivo aumenta a qualidade da adesão em ambas as estratégias, isto porque, na condicione e lave, aplicar mais de uma camada reduz a ocorrência de microinfiltração, por permitir melhor envolvimento das fibras de colagénio pelo adesivo. E, para ou autocondicionantes, as primeiras camadas agem como desmineralizadoras e as

subsequentes, como adesivos hidrofóbicos, o que melhor prepara a cavidade para receber a restauração. Cuidado especial deve ter-se na remoção de excesso de adesivo antes da fotopolimerização, pois uma camada espessa de adesivo pode prejudicar o resultado final da restauração. Sempre se indica a aspiração de excesso de adesivo com uma cânula de sucção.”<sup>68</sup>

Simple mudanças da técnica de adesão pode melhorar a resistência de união resina-dentina. O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos de múltiplas camadas de revestimento de dois all-in-one adesivos resinosos de um só frasco tanto relativamente ao parâmetro da resistência à microtração (microTBS), como também em relação à nanoinfiltração. De acordo com Ito et al (2005), os resultados indicaram que a resistência de adesão aumentou com o número de revestimentos ( $p < 0,0001$ ), com ambos os adesivos, até 3 camadas, especialmente se cada camada estava for fotopolimerizada. Nanoinfiltração tende a diminuir com cada aplicação de nova camada, em ambos os sistemas adesivos. Pela simples aplicação de mais camadas de adesivo, a força e a qualidade da aderência da dentina pode ser melhorado.<sup>77</sup>

- É também relevante promover a evaporação do solvente, isto é, proporciona maior tempo de espera entre a aplicação do adesivo e fotopolimerização, aumentando a qualidade da camada adesiva para as duas estratégias, pois os primers e adesivos contêm solventes que podem ser água, acetona ou álcool. Os solventes têm a função de tornar os produtos mais fluidos e facilitar a penetração e remoção da água residual dos tecidos, porém, a evaporação deficiente do solvente é prejudicial à camada adesiva. Assim, indica-se a aplicação de leve jato de ar sobre o adesivo aplicado. Vale salientar que o jato de ar tem a finalidade de auxiliar na evaporação do solvente, e não de espalhar o excesso de adesivo. Nesse ponto, o excesso de adesivo já deve ter sido removido no passo anterior.<sup>78</sup>

- Por fim, é muito importante executar uma fotopolimerização eficiente, ou seja, o equipamento utilizado deve ser de boa qualidade. O mercado tem alguns equipamentos LED de alta potência, e são esses que devem ser escolhidos, porém, tais equipamentos podem causar aquecimento dos tecidos, devido à sua alta energia. Para solucionar esse problema, aconselha-se a aplicação de um leve jato de ar na cavidade, durante a fotopolimerização do adesivo, principalmente se as cavidades tiverem profundidade.<sup>68</sup>



## 6. Cimentação Convecional e Adesiva

A estética em medicina dentária compreende a reprodução de pormenores sutis. Conseguí-la pode-se dizer que é uma arte. Para atingir os objectivos propostos é necessário o aperfeiçoamento contínuo, tanto por parte do dentista quanto pelos técnicos em prótese dentária, uma vez que produtos e técnicas surgem a todo momento.<sup>79</sup>

Como tal, a dentisteria adesiva tem sido extremamente importante para os resultados altamente estéticos serem obtidos, por esse motivo, é especificamente na cimentação adesiva que se atribui mais ênfase neste trabalho, pelo fato de ser a cimentação atualmente mais utilizada aquando de procedimentos utilizando cerâmicas. Até a sedimentação dos conceitos da dentisteria adesiva por parte dos pesquisadores, a estética era realizada com ferramentas e protocolos que estavam disponíveis na época, mais precários portanto. Os resultados eram satisfatórios, porém limitados, quando se pretendia proporcionar resultados próximos ao natural, perfeitos e impercetíveis.<sup>79</sup>

“Assim sendo, a cimentação adesiva das peças protéticas tem-se mostrado eficiente, e isso foi extremamente importante para o aumento do uso de materiais protéticos cerâmicos sem estruturas metálicas. As próteses fixas (unitárias e parciais) e as peças para preparos parciais (facetas, *inlays*, *onlays*) em cerâmica pura apresentam maior longevidade e melhor qualidade estética, quando fixadas com cimentos resinosos.”<sup>79</sup>

Hoje-em-dia sabe-se que os materiais cerâmicos apresentam resistência suficiente para suportar as forças oclusais e também as propriedades óticas dos dentes naturais, como translucidez, opacidade, opalescência e fluorescência. Portanto, a cerâmica é o material de escolha quando o objectivo do tratamento se tratar de restabelecer a estética. Na grande maioria dos casos clínicos, é uma área multidisciplinar, pois envolve as áreas de Implantologia, Periodontologia, Dentisteria e Prótese. Assim, o conhecimento amplo e especializado é fundamental para obter sucesso no final da reabilitação estética. O planeamento é uma etapa que deve ser realizada em todas as situações clínicas, e o trabalho de equipa também interfere significativamente no resultado final.<sup>79</sup>

Segundo Padilha<sup>80</sup>, todo procedimento restaurador indireto finaliza com a cimentação da peça protética ao dente, através de um cimento.<sup>80</sup> Embora, se saiba

segundo Baratieri, que é errado corresponder ao processo de cimentação a responsabilidade total pelo êxito restaurador, não há dúvidas de que esse é o momento chave para a qualidade do resultado final, pois de nada adianta um planeamento cuidadoso, um preparo excelente e uma moldagem precisa, se a cimentação for realizada de forma descuidada e/ou utilizando materiais inadequados.<sup>81</sup>

De um modo generalista, pode-se concluir que a cimentação de uma restauração indireta tem como principais funções: promover a retenção da peça protética ao remanescente dentário, impossibilitando o seu deslocamento durante a função; promover o selamento da interface entre a restauração e o substrato, ocupando todo o espaço existente ao longo das margens e da superfície interna da peça; oferecer suporte mecânico ao material restaurador, de forma a colaborar na transmissão dos esforços oclusais e permitir a recuperação de até 100% da resistência original do dente; realizar o selamento dos túbulos dentinários expostos pelos procedimentos do preparo, a fim de minimizar o risco de sensibilidade pós-operatória; e colaborar na obtenção de estética boa, não deixando evidente a linha de cimentação, nem alterando a expressão cromática de materiais restauradores translúcidos.<sup>4</sup>

Assim, os cimentos quando usados para cimentar restaurações indiretas têm a função de promover o selamento da fenda entre o dente e a restauração e provocar uma maior consistência de fixação desta ao dente preparado.<sup>4</sup>

Cimentos contemporâneos podem ser divididos em convencionais e adesivos, de acordo com o tipo de interação que apresentam com a estrutura dentária, sendo que os adesivos (resinosos) apresentam inúmeras vantagens em relação aos convencionais (cimentos de fosfato de zinco, ionómero de vidro e ionómero de vidro modificado por resina), devido às suas superiores propriedades e quando em associação com sistemas adesivos consegue-se aumentar a resistência à fratura da restauração e diminuir a taxa de microinfiltração.<sup>80</sup>

### **6.1. Vantagens da cimentação adesiva**

Segundo Christensen, a cimentação adesiva é o tipo de cimentação eleita em restaurações cerâmicas, devido à sua biocompatibilidade, resistência mecânica, fácil manipulação, boa adesão ao dente e à restauração indireta, à baixa solubilidade e estética superior. Sendo que os fundamentos desta era são: preservação máxima, prevenção máxima e desgaste mínimo.<sup>82</sup>

Como vantagens deste tipo de cimentação apresenta também a capacidade de melhorarem aproximadamente 69% a resistência à fratura da restauração em comparação com procedimentos empregando cimentação convencional com cimento de fosfato de zinco ou ionómero de vidro nomeadamente nas restaurações cerâmicas.<sup>82</sup>

Esta cimentação adesiva apresenta uma adesão muito boa a diferentes tipos de superfícies, independentemente de serem substratos dentários, resina ou restauração cerâmica. Também se recorre a este tipo de cimentação sempre que e é a cimentação convencional apresenta falhas nomeadamente utilizando cimento de fosfato de zinco.<sup>82</sup>

Nesta cimentação adquire-se níveis de estética elevados devido à cor dos cimentos resinosos ser estável, motivo que leva a que muitos profissionais optem por este tipo de cimentação nomeadamente com cimentos fotopolimerizáveis para cimentação de facetas laminadas e coroas puras de dentes anteriores uma vez que apresentam maior estabilidade de cor. Em comparação, os cimentos convencionais tem uma limitação razoavelmente superior aos adesivos no que se refere à seleção rigorosa da cor e à transmissão de luz pois apresentam elevada opacidade, logo, a sua utilização fica praticamente reduzida a restaurações que não sofram influência da cor do cimento.<sup>4</sup>

De acordo com Thompson *et al.* outra vantagem esta relacionada com o facto da cimentação adesiva apresentar taxas de longevidade de sucesso clínico superiores às da cimentação com cimento convencional.<sup>84</sup>

Para além de todas as vantagens citadas acima esta técnica apresenta também insolubilidade a fluidos orais, consegue fixar próteses fixas sejam elas unitárias, núcleos ou adesivas e também apresentam bons resultados nos casos de coroas clínicas curtas ou preparos bastante expulsivos.<sup>83</sup>

## 6.2. Seleção do cimento

Relativamente à seleção do cimento, esta deve ser realizada com base no caso clínico abordado, características da cerâmica optada e pelas características do cimento tais como adesividade, solubilidade, resistência, biocompatibilidade, deve apresentar espessura de película, adaptação satisfatória entre dente e restauração,

selamento marginal adequado, alta resistência à compressão e tração, tempos adequados de presa e trabalho, radiopacidade e boas propriedades óticas.<sup>4</sup>

“Não há dúvida de que a capacidade retentiva do cimento é mais relevante em preparações dentárias para facetas de cerâmica do que em preparações para coroa total, uma vez que os primeiros não contam com qualquer tipo de retenção friccional para impedir o deslocamento da peça protética. Da mesma maneira, as características estéticas do agente cimentante são mais críticas em restaurações anteriores do que em restaurações posteriores, visto que as primeiras são, muitas vezes, confeccionadas com materiais altamente translúcidos e altamente susceptíveis à influência cromática do cimento. Como não existem agentes cimentantes perfeitos, que apresentem desempenho excepcional na miríade de situações clínicas existentes, é imprescindível conhecer e respeitar as limitações dos materiais, escolhendo aqueles que melhor atendam os requisitos do caso. Um aspeto que também deve ser considerado na escolha dos materiais é o grau de dificuldade técnica associado ao uso de cada um dos tipos de cimento.”<sup>81</sup>

### **6.3. Cimentos convencionais**

As principais funções de um agente cimentante são preencher a interface da superfície interna da prótese e a do dente preparado, conferindo retenção, resistência à restauração e ao remanescente dentário e selamento marginal.<sup>4</sup>

#### **6.3.1. Cimento de fosfato de zinco**

Obtém-se através de uma reação ácido-base que dá início pela mistura do pó (composto por 90% de óxido de zinco e 10% de óxido de magnésio) com o líquido, que consiste em cerca de 67% de ácido fosfórico tamponado com alumínio e zinco.<sup>4</sup>

Especificamente o cimento de fosfato de zinco não apresenta adesão química a nenhum substrato, promovendo apenas retenção mecânica. Portanto a altura, forma e área do dente são fatores muito importantes para o seu sucesso. Uma das vantagens deste cimento é a estabilidade estrutural a longo prazo.<sup>85</sup>

Como principais desvantagens deste são falta de adesão à estrutura dentária remanescente, elevada solubilidade, possibilidade de provocar irritação pulpar e sensibilidade pós operatória devida ao baixo pH que apresenta.<sup>4</sup>

### 6.3.2. Cimento de ionómero de vidro

O cimento de ionómero de vidro apareceu em 1971, e foi desenvolvida por Wilson & Kent. Resulta de uma reação ácido-base através da mistura (aglutinação) da porção líquida, composta de copolímeros do ácido polialcenóico, com o pó, que contém partículas vítreas de fluorossilicato de alumínio. Consegue adquirir adesão aos substratos dentários através do estabelecimento de ligações iónicas na interface dente-cimento, devido a reação dos grupos carboxilo do ácido com o cálcio e /ou fosfato do esmalte e dentina.<sup>4</sup>

Como características tem baixa solubilidade, superior compatibilidade biológica e liberta flúor. No entanto, implica um que haja uma supervisão efetiva aquando da sua presa inicial, para que não haja contaminação com saliva e humidade, para o mesmo não correr o risco de apresentar solubilidade alta e, conseqüente, degradação marginal.<sup>4</sup>

Alguns autores chegaram à conclusão que o condicionamento leva ao aumento da resistência à tração do cimento de ionómero de vidro, posteriormente a testarem a resistência à tração de núcleos metálicos fundidos cimentados com diferentes cimentos, com e sem condicionamento ácido da dentina (ác. fosfórico a 37% por 1 minuto).<sup>4</sup>

“Por outro lado, como medida de proteção pulpar, Anusavice recomenda que não se remova a *smear layer* previamente à cimentação com compostos ionoméricos, para que a mesma possa agir como uma barreira à penetração dos componentes ácidos do cimento, através dos túbulos dentinários.”<sup>4</sup>

### **6.3.3. Cimento de ionómero de vidro modificado por resina**

Este grupo de materiais foi desenvolvido para melhorar o desempenho clínico dos cimentos de ionómero de vidro pela incorporação de uma matriz resinosa na sua composição. A adição de ácido poliacrílico e de hidroximetilmetacrilato (HEMA) proporciona-lhe uma porção resinosa com características de adesivo hidrofílico, ativado pela luz, e outra ionomérica, que sofre reação química tipo ácido-base.<sup>4</sup>

A maior vantagem desse cimento é a facilidade de manipulação e uso, além de sua adequada espessura de película, possuindo resistência tensional diametral e compressiva superiores ao fosfato de zinco e alguns ionómeros convencionais. O seu uso está indicado para coroas e próteses parciais fixas em cerómeros Targis/Vectris ou cerâmica Empress 2, In-Ceram em geral e Procera. Contudo, sua utilização para a cimentação de restaurações totalmente cerâmicas (tipo feldspática) é desaconselhada, pois sua expansão tardia poderia causar fraturas nas mesmas.<sup>4</sup>

De acordo com Baratieri, os cimentos de fosfato de zinco, ionómero de vidro e os resinosos autoadesivos são de aplicação simples e rápida, enquanto que os cimentos resinosos tradicionais associados aos sistemas adesivos possuem um protocolo de uso bastante mais complexo e sensível a erros. No entanto, são sem dúvida os materiais mais versáteis, com maior gama de indicações e sucesso clínico longitudinal comprovado em inúmeros estudos.<sup>4</sup>

### **6.4. Duas interfaces adesivas**

Assim, uma vez que o cimento é o elo de ligação entre o substrato dentário e o material restaurador, cada cimentação envolve duas interações-ou interfaces-adesivas: a interação entre o cimento e o substrato e a interação entre o cimento e o material restaurador.<sup>81</sup>

Logo, desses dois tipos de união deve resultar um corpo único final em que a restauração e o dente remanescente devem ficar unidos de modo a se adquirir uma eficiente distribuição de cargas oclusais durante a mastigação, originando uma menor chance da restauração fraturar.<sup>87</sup>

#### 6.4.1. Interface cimento/substrato

Os cimentos convencionais funcionam exclusivamente com a fricção mecânica. Já os cimentos adesivos, unem-se ao remanescente dentário por processos químicos ou micromecânicos. Quanto ao selamento marginal e dos tubúlos dentinários: os cimentos adesivos tem maior capacidade de selamento do que os convencionais, desde que aplicados corretamente. Além disso, o selamento adesivo é mais duradouro, pois a solubilidade do fosfato de zinco é a maior entre os cimentos contemporâneos.<sup>81</sup>

#### 6.4.2. Interface cimento/material restaurador

**Adesão aos materiais restauradores** - O cimento de fosfato de zinco não possui união aos materiais restauradores. Os cimentos de ionómero de vidro podem apresentar alguma união às ligas metálicas. No caso de restaurações livres de metal, apenas os cimentos resinosos apresentam algum tipo de união, estão dependentes da superfície do material restaurador e do tratamento prévio aplicado. **Resistência** - Em restaurações confeccionadas que possuam infraestruturas metálicas ou com cerâmicas óxidas, que não necessitam de um cimento que proporcione um aumento da sua resistência, a cimentação pode ser realizada com fosfato de zinco ou ionómero de vidro, embora estes cimentos não proporcionem adesão ao material restaurador. Por sua vez, nas restaurações indiretas confeccionadas com compósitos ou cerâmicas vítreas (feldspáticas, feldspáticas reforçadas por leucita ou dissilicato de lítio), materiais altamente friáveis, recomenda-se utilização exclusivamente de cimentos adesivos.<sup>81</sup>

Para uma boa adesão entre a cerâmica e os cimentos resinosos, é importante que a superfície cerâmica receba antecipadamente um tratamento específico, que muda de acordo com o tipo de cerâmica, com o objetivo de difundir retenções micromecânicas e possibilitar a união química entre a cerâmica e o cimento resinoso.<sup>87</sup>

“Resumidamente, nas cerâmicas vítreas, o tratamento de superfície envolve o condicionamento com ácido fluorídrico, para criar microretenções e expor a sílica de sua superfície. Um agente silano é aplicado, na sequência, para servir de elo de ligação entre a superfície cerâmica e o cimento resinosos.”<sup>81</sup> (abrodado mais detalhadamente no capítulo 7)

“As cerâmicas óxidas – ricas em alumina ou zircónia, por exemplo, não têm superfície rica em sílica e não são sensíveis ao ácido fluorídrico, necessitando de um tratamento de superfície diferenciado. Assim, elas podem ter sua superfície recoberta por sílica, em um processo conhecido por silicatização seguido da aplicação de um agente silano e de um cimento resinoso tradicional, ou podem ser jateados com óxido de alumínio, a fim de criar microretenções na superfície, seguido da aplicação de *primers* e cimentos adesivos especiais, que contêm monómeros fosfatados, capazes de realizar uma união química à superfície dessas cerâmicas. Relativamente a estes tratamentos de superfície consoante o tipo de cerâmica abordaremos com mais detalhe posteriormente.”<sup>81</sup> (abordado mais detalhadamente no capítulo 7)

## 6.5. Cimentos Resinosos

Os cimentos resinosos são resinas compostas modificadas, que apresentam matriz orgânica semelhante, diferindo basicamente quanto ao tipo, tamanho e quantidade de partículas de carga inorgânica.<sup>88</sup>

A fase orgânica é constituída por monómeros como bis-GMA (bisfenol-A-glicidimetacrilato) ou UDMA (uretano dimetacrilato), em combinação com outros com peso molecular mais baixo, como trietilenoglicol-dimetacrilato (TEGDMA). As partículas orgânicas surgem em vários tipos e dimensões, e distinguem-se pelo maior ou menor percentual de carga. A fase inorgânica possui menor quantidade de carga originando a fluidez necessária à cimentação.<sup>82</sup>

Segundo Lopes *et al.*<sup>89</sup>, foram realizados estudos para avaliar o efeito de diferentes estratégias de adesão em curto e longo prazo de cimentos resinosos com base de Bis-GMA à superfície de zircónia. O armazenamento de água não afetou a resistência de adesão entre cimento resinosos e a zircónia independentemente do tratamento de superfície aplicado. Assim, cimentos à base de Bis-GMA para zircónia são afetados especificamente por estratégias de adesão.<sup>89</sup>

Segundo Lambrechts *et al.*<sup>90</sup> pode-se categorizar estes cimentos consoante o tipo de carga em macropartículas, micropartículas e híbridos, e, relativamente ao parâmetro da viscosidade em alta, média e leve, e quanto ao tipo de polimerização em químico, foto ou dual.<sup>82</sup>

Cimentos fotoativados indicam-se para restaurações de espessura fina (0,5-1,0mm) e translúcidas, como as facetas de cerâmica. Cimentos de polimerização dual



sugerem-se para restaurações com uma espessura maior (1,0-3,0mm), como coroas e *inlays/onlays*, de forma a compensar a menor ativação luminosa. A grande maioria dos cimentos de polimerização dual só alcançam a conversão total sob ação da luz; portanto, se a espessura da cerâmica for maior que 3mm ou incluir uma subestrutura cerâmica opaca, deve ser preferencialmente ser fixada com cimentos de ativação química para compensar o bloqueio da energia luminosa.<sup>90</sup>

Os cimentos de polimerização química e dual recomendam-se quando a restauração é mais opaca ou apresenta maior espessura, fatores que limitam a passagem da luz e, conseqüentemente, impedem o uso de materiais fotopolimerizáveis. Nessas situações, os cimentos duais apresentam ainda a vantagem, em comparação com os autopolimerizáveis, do seu tempo de trabalho ser controlado pela fotoativação. Entretanto, a sua capacidade de polimerização química não é tão eficaz como a dos materiais autopolimerizáveis, de forma que a fotoativação com luz visível deve sempre respeitar o tempo recomendado pelo fabricante.<sup>81</sup>

Os cimentos fotopolimerizáveis apresentam como principais vantagens, o tempo de trabalho virtualmente ilimitado, possibilitando ao médico dentista maior facilidade de posicionar a peça protética com todo o cuidado implicado e também remover excessos sem pressa, e também possibilitam uma maior estabilidade de cor. Pelos motivos acima referidos estão indicados na fixação de restaurações translúcidas e pouca espessura nas quais a luz atravessa de forma fácil. (e.g. facetas e alguns *inlays* e *onlays*).<sup>91</sup>

Ainda relativamente à polimerização, os cimentos mais utilizados são os cimentos de ativação dual pois são os que aglomeram características como alta fluidez, percentagem de carga boa, controlo no tempo de trabalho e polimerização, bom escoamento, película de espessura fina de cimento, diversidade de cores e opacidade e também segurança superior de polimerização em áreas de acesso mais complicado à luz halogénea.<sup>4</sup>

Como vantagens principais, estes cimentos possibilitam a adesão a diferentes tipos de estruturas, sejam elas metálicas, resinosas ou cerâmicas, valores muito baixos de solubilidade, elevada resistência a tensões e permitem a escolha de cor do cimento. Além destas vantagens, estes cimentos adquirem uma força de união maior e atingem níveis de estética melhores em comparação com os cimentos convencionais.<sup>4</sup>

Como desvantagens apresenta um custo alto, manipulação complexa, requer isolamento absoluto durante a cimentação, o que torna o procedimento ainda mais demorado, e dificuldade de remoção de excessos principalmente nas regiões interproximais.<sup>92</sup>

De acordo com Christensen, a desvantagem maior esta relacionada com a contração de polimerização que pode ter consequências como a rutura entre o dente e peça protética, levando à infiltração de fluídos orais, bactérias e inúmeras substâncias que podem causar sensibilidade pós operatória.<sup>82</sup>

Na atualidade, são inúmeros os cimentos resinosos que surgem no mercado dentário, que se subdividem em duas categorias principais: os cimentos resinosos convencionais, que implicam condicionamento ácido e posterior aplicação do sistema adesivo; e os cimentos resinosos autoadesivos, que não necessitam de condicionamento anterior do substrato dentário, anulando, deste modo, o colapso das fibras de colagénio.<sup>93</sup>

O agente cimentante deve apresentar baixa solubilidade, elevada resistência de união, resistência mecânica, fácil manipulação, tempo de trabalho adequado e biocompatibilidade, a reunião de todas estas características seria o agente cimentante utópico.<sup>94</sup>

Desta forma, a actualidade caminha em rápida velocidade para agentes cimentantes parecidos com os ideais, assim sendo, o uso de agentes cimentantes adesivos, insolúveis e com maiores valores de resistência mecânica, desencadeou nos médicos dentistas uma falsa sensação de segurança de utilização, o que rapidamente, em algumas situações, teve consequências menos boas, como o descuido em outros procedimentos muito importantes e com o mesmo peso para o sucesso do tratamento da restauração cerâmica: a preparação do dente e a eficiente adaptação marginal das peças protéticas. Passou-se a atribuir ao agente cimentante a responsabilidade total de anular as falhas de adaptação e de promover a retenção e resistência das peças sobre dentes desprovidos dos princípios básicos da preparação protética.<sup>95</sup>

Relativamente à durabilidade do tratamento, que implica a combinação de fatores químicos e físicos, há falhas originárias da mastigação, bem como a repetitiva expansão e contração devido a alterações da temperatura intraoral que influenciam a estabilidade dessa união.<sup>95</sup>

Há também falhas provocadas pela ação de agentes ácidos no fluido dentinário, como a saliva, comidas, bebidas e produtos bacterianos, estes influenciam a estabilidade da interface de união adesiva, que pode originar degradação e desorganização das fibras de colagénio sem proteção, diluição dos monómeros resinosos e degradação dos componentes resinosos.<sup>95</sup>

De forma semelhante ao que sucede com os cimentos convencionais, os cimentos resinosos alteram significativamente quanto à sua composição, sendo que aqueles que tem na sua composição bisfenol-glicidil-metacrilato (bis-GMA) e dimetacrilato de uretano (UEDMA) na matriz em combinação com outros monómeros de peso molecular inferior como (TEGDMA) dimetacrilato de trietilenoglicol são indicados para cerâmicas vítreas. Muitas vezes, para promover uma maior adesão ao dente preparado, acrescenta-se grupos funcionais hidrofílicos como HEMA e 4-META aos cimentos resinosos. Os materiais acima citados apresentam viscosidade ideal para cimentação e possibilitam que se realize polerização tanto dual como química.<sup>96</sup>

Na área de Prótese Fixa, deve ter-se bem consolidados vários conceitos, pois para se poder dar uso a cimentos resinosos é fundamental saber que a superfície interna da cerâmica utilizada deve ser sensível a tratamentos de superfície, com o intuito de difundir retenções micromecânicas e possibilitar a união química entre a peça protética e o cimento resinoso.<sup>97</sup>

Considera-se a cimentação adesiva um processo de complexidade elevada, implicando procedimentos delicados. Recentemente, foram lançados no mercado os cimentos resinosos universais, que, diferentemente dos cimentos autoadesivos, necessitam da aplicação de sistema adesivo, sendo recomendado o sistema adesivo universal ou multimodo. Este adesivo pode ser aplicado em esmalte e dentina, tanto através da técnica do condicionamento total como da técnica do autocondicionamento, e técnica de condicionamento seletivo.” Alguns cimentos resinosos disponíveis no mercado são:

Panavia EX® (Kuraray), Microfil-Pontic® (Heraeus- Kulzer), Panavia F® (Kuraray), RelyXTM Unicem, (3M-ESPE), Multilink® (Ivoclar Vivadent), 3M Scotchbond Resin Cement™, Variolink®, Enforce™ e Dual Cement®.

## 6.6. Sistemas adesivos universais

De acordo com Perdigão *et al.*<sup>98</sup>, quando se utiliza os sistemas adesivos universais do tipo autocondicionante, pode originar permeabilidade dentária aquosa com o aparecimento de bolhas osmóticas, que podem afetar drasticamente a longevidade da união da peça protética. Sabe-se que os adesivos universais têm quantidade de água semelhante aos dos autocondicionantes de um passo em suas soluções, o que pode causar degradação na interface de união. Por sua vez, ainda são dados que requerem maior estudo para que tenham aprovação científica.<sup>98</sup>

Segundo Monticelli *et al.*, os sistemas adesivos universais trocaram parcialmente os monómeros de metacrilato por monómeros fosfatados, nomeadamente o MDP, sendo estes aptos de potenciar a união química entre o adesivo e o substrato, permitindo uma maior durabilidade da união. O fenómeno dá-se por uma ligação química entre o MDP e a hidroxiapatite, originando uma monocamada estável, que provoca um aumento da resistência mecânica da interface de união.<sup>99</sup> A deposição de sais de MDP e cálcio pode explicar a grande estabilidade de união que estes sistemas universais trazem. É relevante salientar que esse potencial para a união à dentina apenas é alcançável aquando da utilização desses adesivos universais aplicando a técnica autocondicionante, isto porque ao se condicionar previamente com ácido fosfórico, remove-se na totalidade o componente mineral da dentina, originando uma região desmineralizada, o que inviabiliza que esses monómeros e copolímeros poliácidos se unissem quimicamente ao substrato dentário.<sup>100</sup>

Assim, são inúmeros e variados os cimentos resinosos que têm sido introduzidos no mercado e diferenciam-se pelo tipo de polimerização, pela presença ou não do monómero resinoso MDP (convencionais sem monómero e adesivos com monómero) e pela adesividade mediante condicionamento ácido do substrato dentário, ou até mesmo apresentando-se como um cimento autocondicionante.<sup>98</sup>

Embora o processo de adesão pareça semelhante para todos os cimentos resinosos, a recolha de dados detalhados da composição e propriedades adesivas que os distinguem, o que requer estudos laboratoriais e clínicos que elucidem o seu comportamento e durabilidade. Atualmente, acredita-se que o sistema adesivo *Single Bond Universal* (3M Espe) tem capacidade de proporcionar a retenção dos cimentos universais ao substrato dentário, principalmente quando ativados de modo dual.<sup>95</sup>

Logo, em tom de conclusão, sabe-se que as diferenças estruturais entre os substratos fazem com que os adesivos se comportem de forma distinta mesmo utilizando o mesmo material. Assim, todos os materiais existentes no mercado têm vantagens e desvantagens, e o clínico deve ter a habilidade de escolher o mais indicado consoante a situação clínica.<sup>95</sup>

Varios autores defendem que os cimentos adesivos provocam diferença substancial na adaptação marginal, pois estes facilitam a compensação das discrepâncias ou “*gaps*”, fundamentalmente nas restaurações de cerâmica pura.<sup>101</sup>

No entanto, outros autores que analisaram os cimentos de resina, defendem que em todas as restaurações indiretas independentemente de serem cerâmicas ou de resina, a preocupação com a adaptação marginal é de crucial relevância, e as falhas na restauração não devem então ser corrigidas com o cimento, pois não se deve abstrair do facto dos cimentos resinosos sofrerem contração de polimerização devido à pequena quantidade de carga e ao mesmo tempo embora sejam identificados como agentes insolúveis, os cimentos de resina sofrem um certo grau de degradação em meio oral. No entanto, sabe-se que a combinação dos cimentos resinosos com os sistemas adesivos tornou viável a cimentação adesiva e a diminuição considerável da microinfiltração marginal.<sup>82</sup>

É igualmente relevante a preocupação com a espessura que se atribui à linha de cimentação da restauração indireta, pois esta interfere na adaptação final da peça protética. Assim sendo, quanto maior for a espessura do cimento de resina, maior será a contração de polimerização, o que pode originar a rutura da união entre a restauração e dente preparado, causando fendas nas áreas à margem da restauração.<sup>102</sup>

Restaurações cerâmicas apresentam maior sensibilidade aos movimentos de tração, desta forma, para que se consiga alcançar êxito nestas é fundamental promover uma boa adesão que irá proporcionar maiores níveis de resistência entre as interfaces, e diminuirá também a microinfiltração marginal. Consegue-se atingir esta adesão boa se previamente se realização tratamentos de superfície nas restaurações cerâmicas, sendo que, consoante a cerâmica utilizada, estes podem ser os mais diversos tipos de tratamento, assim, respeitar esta especificidade é muito importante.<sup>96</sup>

A adesão ao esmalte dá-se por retenção micromecânica após a superfície ter sido condicionada com ácido. No que se refere à adesão à dentina é também micromecânico, no entanto, é um processo de maior grau de complexidade pois

engloba mais procedimentos nomeadamente a remoção da *smear layer*, a remoção da superfície desmineralizada e a aplicação do adesivo, ao qual o cimento de resina se vai aderir de forma química.<sup>103</sup>

## 6.7. Cuidados a ter aquando da utilização de cimentos resinosos

Aquando da utilização de cimento de polimerização dual, deve-se espatular de forma eficaz, inserindo na peça e levando à cavidade velozmente, para que se consiga alcançar a fluidez pretendida e se obtenha escoamento ideal.<sup>2</sup>

Também é importante prestar atenção à quantidade de cimento, pois quando se utiliza cimento insuficiente, aquando da inserção na peça pode originar na falta de cimento em algumas áreas e como resultado haver infiltração. O cimento deve ser inserido na profundidade da peça no início e espalhado por todas as paredes para possibilitar um molhamento inicial dessas superfícies.<sup>2</sup>

O médico dentista deve também estar atento no posicionamento correto da peça, pois uma falha pode originar num assentamento incorrecto, resultando num aumento da espessura de película de cimento, o que levará a um e um ajuste oclusal mais invasivo. Por este motivo é importante ter pontos de referência alternativos à margem para guiar o assentamento, uma vez que esta estará coberta por cimento.<sup>2</sup>

Quando se opta por cimentos que requerem polimerização, deve estar-se atento para não polimerizar deficientemente, seja por pouco tempo de exposição ou por alguma deficiência na fonte de luz. São vários os fotopolimerizadores que não atingem a faixa de potência de luz adequada para a polimerização, que deveria ser de 600 a 800 mW/cm<sup>2</sup>, deixando de promover uma polimerização efetiva o que pode resultar menor resistência à tração e uma maior absorção de água, com possível diminuição do desempenho clínico a longo prazo. O ideal será realizar a polimerização com fotopolimerizadores com a opção alta potência que podem chegar a 1000 mW/cm<sup>2</sup>. Dessa forma há maior probabilidade de alcançar a intensidade favorável de polimerização do cimento.<sup>2</sup>

## 7. Fundamentos básicos na adesão resina/cerâmica

### 7.1. Fundamentos básicos na adesão resina/cerâmica rica em sílica

É a associação de fatores mecânicos, físicos e químicos, a responsável pela adesão entre diferentes superfícies. Sendo que, é a junção da união química e travamento micromecânico que é destacada como sendo a melhor no tratamento de superfície para adesão à resina. Consoante a energia de superfície (ângulo de contato) do substrato, o componente físico vai variar, está dependente dele. Assim, independentemente de serem modificações espontâneas ou artificiais, a energia de superfície aumenta ou diminui, e conseqüentemente, o potencial para adesão mecânico-química também. <sup>104</sup>

#### 7.1.1. União micromecânica

Alterações na topografia acontecem através do tratamento de superfície, promovendo a formação de microporosidades e rugosidades, aumentando assim a área superficial livre para adesão, favorecendo o embricamento mecânico para retenção do agente de união (silano), e também permite um molhamento mais eficaz, devido à maior energia de superfície disponível. <sup>105</sup>

“Uma topografia superficial propícia para adesão micromecânica pode ser obtida com o condicionamento da superfície cerâmica com ácido hidrofúorídrico (HF). O ácido HF ataca a matriz vítrea, dissolvendo-a parcialmente, criando microretenções ao redor dos cristais que compõe a fase cristalina do material. ” <sup>43</sup>

Alternadamente, podemos realizar jateamento com óxido de alumínio ou abrasão com brocas diamantadas. Entretanto, estes dois procedimentos, apesar de promoverem rugosidade e aumentarem a área de superfície para a união, são ineficientes para gerar efetiva retenção mecânica. Pode-se dizer que estes procedimentos facilitam o efeito do ácido HF, permitindo que se condicione as superfícies dentárias por menor tempo. <sup>106</sup>

Nas figuras 6 e 7 apresenta-se imagem obtida através de microscopia electrónica da superfície dentária após jateamento e condicionamento com ácido hidrofúorídrico, respetivamente.



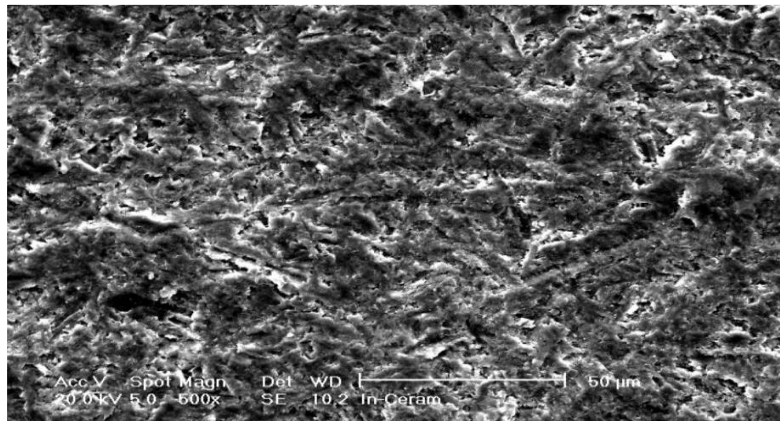


Figura 6 – Jateamento. Della Bonna e Van Noort (1998)

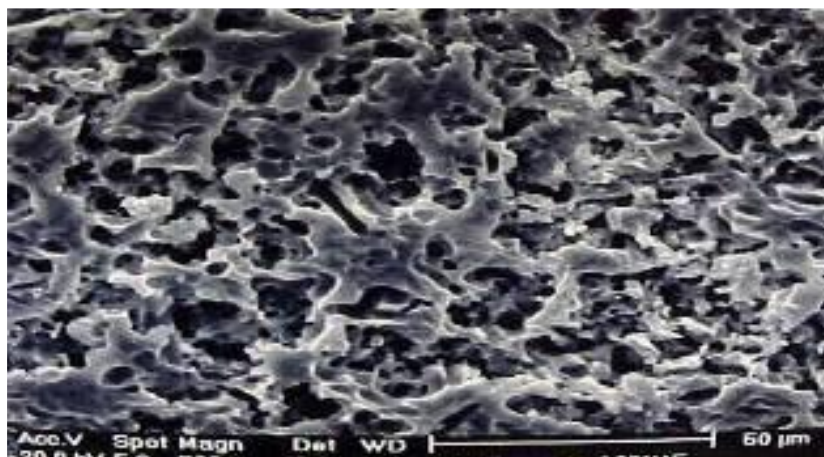


Figura 7 - Ácido hidrofluorídrico. Della Bonna e Van Noort (1998)

As cerâmicas com matriz de vidro, são tipicamente reforçadas por feldspato, leucita e dissilicato de lítio. Estas são ácido-sensíveis quando condicionadas com ácido HF e respondem bem às técnicas adesivas onde silanização (aplicação de um agente de união silano) e cimentos adesivos estão implicadas.<sup>107</sup>

Desta forma, na seguinte tabela, retirada da International Academy for adhesive dentistry, adaptada a português, gentilmente cedida pela Dra Claudia Volpato, surge a sequência de condicionamento de superfície cerâmica vítrea recomendado.<sup>107</sup>



## Cimentação Adesiva de Restaurações Cerâmicas

Tabela 2 - Sequência de etapas de condicionamento de superfície cerâmica vítrea recomendado, pela International Academy for adhesive dentistry.

O que fazer?	Porquê?
Limpar a superfície da restauração cerâmica após testa-la, de preferência mecanicamente, seguido de limpeza ultrasonica em água destilada por pelo menos 5 minutos	Durante o try-in da restauração, as proteínas salivares ou outros agentes contaminantes que ocupem o lugar da superfície de cimentação impedem a efetividade dos seguintes procedimentos adesivos. Uma superfície limpa é mandatária para todos os procedimentos adesivos
<p>Condicionar a superfície com ácido hidrofluorídrico em gel:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Feldspáticas)9.6% HF por 2 a 3 min</li> <li>Reforçada com leucita)5% HF por 1min</li> <li>Reforçada com dissilicato de lítio)5% HF por 20 s</li> </ul> <p>Garantir que HF molha a superfície sem formar bolhas de ar.</p>	HF seletivamente dissolve a matriz vítrea das cerâmicas vítreas, produzindo uma superfície porosa, aumentando a área de superfície e expondo os grupos hidroxilo. A duração de condicionamento é tipicamente ditada pela composição da cerâmica vítrea. Desiguais molhamentos dos resultados por HF resultam em diminuição da molhabilidade da resina, o que pode prejudicar a efetividade do condicionamento.
<p>Durante o mesmo tempo que foi realizado o condicionamento, lavar e secar a cerâmica condicionada debaixo de água abundante.</p> <p>Colocar a cerâmica condicionada por HF num agente neutralizante por 1 minuto pelo menos.</p>	Agente neutralizante é uma mistura de $\text{CaCO}_3$ e $\text{NaHCO}_3$ pó misturado com água destilada. Esta solução ajuda a remover os perigosos remanescentes de ácido hidrofluorídrico dos poros e neutraliza o pH da superfície cerâmica.
Limpar a restauração ultrasonicamente em água destilada por pelo menos 5 minutos.	Limpeza ultra-sónica possibilita a remoção de resíduos ácidos, precipitantes e agentes neutralizantes remanescentes. Uma superfície limpa facilita uma melhor reação do silano com os grupos hidroxilo e co-polimeriza com os grupos hidrofóbicos da matriz de resina composta.
Aplicar uma camada de silano, agente de união, na superfície cerâmica condicionada. Esperar pela sua reação por pelo menos 1 minuto. Secar o solvente com oil-free-air.	Os agentes de ligação silanos são moléculas bifuncionais orgânicas-inorgânicas que criam um siloxano com grupos hidroxilo (OH) na superfície condicionada por HF e co-polimeriza com os grupos hidrofóbicos da matriz de resina composta.
Na cimentação de restaurações não-retentivas, colocar a restauração silanizada no forno para tratamento térmico por 1 minuto.	Tratamento térmico do silano por 100 °C melhora a qualidade de trabalho do siloxane na cerâmica feldspática em comparação com um quarto à temperatura de 20 °C, também produzindo uma camada de espessura mais fina de silano.

## Cimentação Adesiva de Restaurações Cerâmicas

Aplicar uma camada de adesiva resinoso e fino ar com oil-free utilizando uma seringa multifunção. Não fotopolimerizar.	Adesivos de resina aumentam a molhabilidade do cimento adesivo na cerâmica condicionada. Fotopolimerização do adesivo de resina deve ser evitado como esta aumenta a espessura do cimento, resultando em contactos prematuros após cimentação que precisa de ser removida por burs posteriormente à cimentação, resultando em perda de cerâmica vítrea.
Aplicar cimento resinoso na superfície cerâmica e posiciona-la cuidadosamente na preparação. Permitir o cimento deslizar lentamente sobre a oscilação.	É crucial permitir a penetração do cimento adesivo dentro das microretenções criadas pela menor espessura do filme, sem conter bolhas de ar.
Cimentar a restauração usando tanto cimento foto como dual polimerizadp, dependendo da espessura da restauração, e fotopolimerizar por oclusar, mesial, distal e bucal direções.	Enquanto que os cimentos de fotopolimerização são indicados para cerâmicas de fina espessura, como restaurações cerâmicas translúcidas (0,5 até 1mm), nomeadamente facetas; estão indicados cimentos de polimerização dual para restaurações mais grossas (1 até 3mm) como coroas, inlays e onlays. Assegurar que a luz é superior a 400 mW/cm <sup>2</sup> para uma melhor polimerização do adesivo resinoso e do cimento resinoso à restauração cerâmica.

Fonte: Volpato, 2015<sup>107</sup>

O condicionamento com ácido hidrófluorídrico promove alterações na topografia que estão dependentes da forma, tipo, tamanho e quantidade dos cristais constituintes da microestrutura e são específicos para cada cerâmica. É muito importante respeitar o tempo que se realiza o condicionamento ácido, pois varia consoante a cerâmica, isto é, Meyer-Filho recomenda 20 s para a cerâmica IPS EMPRESS 2 (dissilicato de lítio); 1 min para o IPS EMPRESS (leucita); 2 min para porcelanas feldspáticas. No entanto, é essencial ver sempre a recomendação do fabricante relativamente ao tempo de condicionamento ácido consoante o produto utilizado.<sup>108</sup> De acordo com Silva<sup>88</sup>, recomenda-se o condicionamento das cerâmicas injetadas ricas em leucita e as cerâmicas feldspáticas com ácido fluorídrico por 60 segundos, período necessário para que sejam criadas microrretenções. Por sua vez, sistemas como IPS empres 2, IPS e-max Press, reforçadas por cristais de dissilicato de lítio, recomenda ser condicionados apenas por um período de 20 a 60 segundos, pois uma vez que tem menor quantidade de sílica, maior densidade e cristais mais pequenos.<sup>88</sup>

Outra variável fundamental a ter em conta é a concentração do ácido HF, independentemente do tipo de cerâmica, que normalmente oscila entre 5% e 10%, sendo 9,5-10% a mais utilizada.<sup>108</sup>

É de crucial importância que haja muita atenção e cautela aquando do uso de ácido HF, pelo motivo óbvio que se a cerâmica for condicionada acima do tempo suposto, a adesão pode ser negativamente afetada.<sup>109</sup> Para além disso, o ácido HF pode significar um potencial de dano à saúde do dentista e do paciente, que não pode de forma nenhuma ser ignorado, de modo que se fosse possível excluir a sua utilização dos procedimentos de união entre o cimento e a cerâmica seria benéfica para ambos, fundamentalmente nos procedimentos de reparo intra-oral.<sup>110</sup>

Segundo Fabianelli *et al.*<sup>111</sup> há muitos motivos para não ser utilizado o condicionamento com ácido fluorídrico nomeadamente por ser muito tóxico, irritante, ou por ficarem, muitas vezes, resíduos na superfície, sais insolúveis que se não ficarem totalmente removidos podem prejudicar a resistência de união à resina.

Contudo, de acordo com Baratieri *et al.*<sup>81</sup>, os estudos realizados até ao momento e que avaliam a adesão entre resinas e cerâmicas verificam que ocorre melhor adesão quando existe associação de fatores químicos e mecânicos e não quando se utiliza apenas um tipo de tratamento isolado, nem só o condicionamento com ácido, nem só silanização, que seria por exemplo a alternativa se eventualmente se quisesse evitar o tratamento com ácido.

### 7.1.2. União química

**Estabelece-se uma união química através da acção de um promotor de adesão designado de agente silano** e é controlada primariamente pela composição química (presença de sílica) na superfície cerâmica.<sup>112</sup>

O agente silano é uma molécula bifuncional que, quando se encontra na sua forma hidrolisada, tem a aptidão de se aderir a superfícies tanto orgânicas como inorgânicas, ou seja, a união dos componentes inorgânicos da cerâmica aos orgânicos do cimento resinoso. Dá-se uma reação de polimerização adicional entre os grupos metacrilatos (CH<sub>2</sub>) da matriz resinosa e da molécula de silano, promovendo assim a união com o cimento resinoso. Em paralelo, ocorre também uma reação de condensação entre o grupo silanol (Si-OH) que existe em elevadas quantidades na superfície das cerâmicas ricas em sílica e o grupo silanol da molécula hidrolisada de silano. Assim sendo, a função do silano é maior do que apenas promover a união química, age também

alterando o estado físico, diminuindo a energia de superfície e tornando mais fácil a penetração do adesivo nas retenções micromecânicas da cerâmica previamente condicionada.<sup>108</sup>

A união química assegurada pela correta aplicação do agente silano é considerada a etapa mais importante do procedimento, isoladamente. No entanto, é a associação de condicionamento com ácido HF e silanização que promovem o mais promissor tratamento da superfície cerâmica para a união com o cimento resinoso, pois ainda não parece uma realidade possível a completa eliminação do procedimento do ácido, deve então o clínico ter bastante atenção no que diz respeito ao tempo de condicionamento e à concentração do ácido.<sup>104</sup>

Nas figuras 8 e 9, apresentam-se dois gráficos, para demonstrar a importância do silano, isto é, como se pode verificar, aos 30 segundos de condicionamento sem silano a resistência de união é 19,7, enquanto que os mesmos 30 s mas com aplicação de silano aumenta consideravelmente para 31,3. Podendo concluir-se assim, que o silano é bastante efectivo.

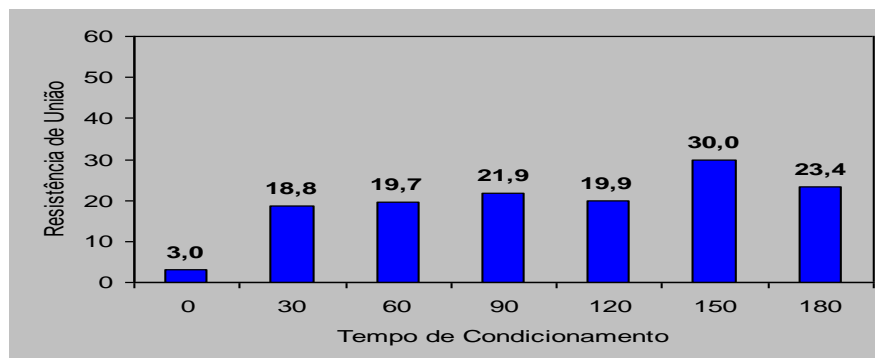


Figura 8 - HF 5% sem silano, Effect of etchant, etching period, and silane priming on bond strength to porcelain of composite resin. Chen, Matsumura, Atsuta (1998)

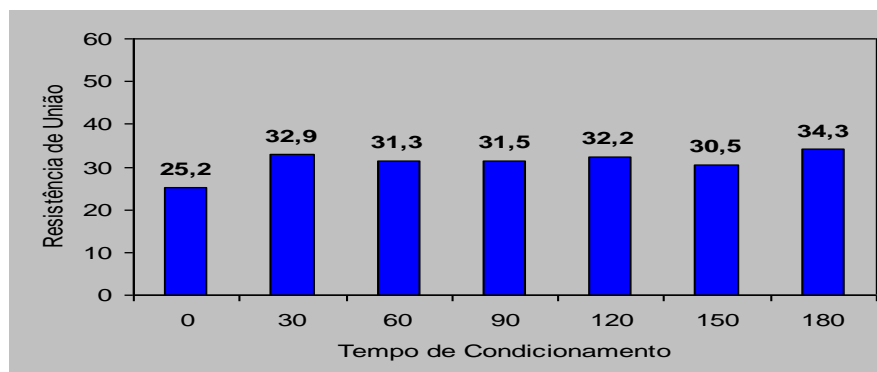


Figura 9 – HF5% com silano, Effect of etchant, etching period, and silane priming on bond strength to porcelain of composite. Chen, Matsumura, Atsuta (1998)

Outro importante facto em relação aos agentes silanos é que o seu tratamento térmico faz com que ocorra a eliminação das suas camadas externas, ficando apenas a película mais interna que é a mais estabilizada e também unida de forma química à cerâmica. Assim, o uso do silano termicamente tratado torna a união entre resinas compostas e a sílica das cerâmicas vítreas bem mais eficiente.<sup>113</sup> Através da possibilidade de otimizar a efetividade da silanização através do seu aquecimento aquando da evaporação, surge uma nova hipótese na Medicina Dentária; a de suprir o uso de ácido HF como condicionador no tratamento da superfície das cerâmicas e, assim, minimizar os riscos para a saúde humana, devido à sua grande toxicidade.<sup>114</sup>

“Os silanos são disponibilizados comercialmente sob duas formas: em frasco único pré-hidrolisado ou em dois frascos para hidrólise imediata. Nos silanos de dois frascos, um frasco contém o silano não hidrolisado (não ativo), e o outro, um ácido catalisador da hidrólise e uma variedade de solventes. Silanos de dois frascos apresentam como vantagem sobre os pré-hidrolisados de frasco único o maior tempo de validade do produto (acima de 12 meses) e como desvantagem a possibilidade de ocorrer hidrólise incompleta ou concentração excessiva de grupos silano, por erro em sua preparação. Para evitá-lo, silanos de dois frascos devem ser preparados imediatamente antes de sua utilização, misturando-se num pote dappen partes rigorosamente iguais (1 gota de cada frasco) durante 15 s.”<sup>108</sup>

“Recentemente, uma nova geração de agentes silanos multicomponentes contendo monómeros adesivos foi introduzida no mercado. São disponibilizados em dois frascos, um dos quais contém o silano não hidrolisado (inativo), e o outro, um *primer* dentinário contendo um monómero adesivo ácido que, quando misturado ao silano, tem a capacidade de ativá-lo e de potencializar a união química por mecanismo ainda não totalmente elucidado.”<sup>43</sup>

Há produtos que na sua formulação química possuem o monómero adesivo 10-MDP e os que contêm o monómero adesivo 4-META. Dessa forma, investigações de laboratório atuais demonstram que a aplicação desses silanos, de uma resina sem carga e/ou um cimento contendo o mesmo monómero adesivo, permite uma forte e estável união entre a cerâmica e a resina, independentemente de antecipadamente se efectuar o condicionamento da superfície cerâmica com ácido hidrofúorídrico.<sup>109</sup>

“Foi realizado um estudo em que o intuito foi avaliar a eficácia de diferentes tratamentos de condicionamento de superfície na resistência de união de reparos de

compósitos restauradores em três tipos de cerâmicas dentárias: reforçada por dissilicato de lítio, reforçada por leucita e feldspática. Para tal, pesquisadores confeccionaram 12 blocos para cada tipo de cerâmica e armazenaram por 3 meses em água destilada a 37 °C. A superfície de união das cerâmicas foi regularizada com lixa de granulação 600 por 15 s e lavadas em ultrassom por 10 min. Os tratamentos de superfície para cada cerâmica foram: GC (controle) – nenhum; GPD (ponta diamantada com 30 µm de granulação); GAF (ácido hidrofluorídrico a 10%); GJ (jateamento com partículas de óxido de alumínio revestido por sílica (45 µm tamanho das partículas). Após, foi realizada a limpeza da superfície com ácido fosfórico a 37% por 20 s, seguido de silano e adesivo. Após o reparo, as amostras foram submetidas a ciclagem térmica. Na sequência, as amostras foram seccionadas em palitos de aproximadamente 1,0 mm<sup>2</sup> e levadas ao teste de tração em uma máquina de ensaios universal à velocidade de 0,5 mm/min. Os dados obtidos foram comparados estatisticamente por ANOVA de dois fatores e teste de Tukey ( $\alpha=0,05$ ). Sugere-se que o desgaste da superfície com ponta diamantada é mais indicado para cerâmica feldspática e cerâmica reforçada por leucita, enquanto o condicionamento com ácido fluorídrico é indicado para reparos em cerâmica reforçada por dissilicato de lítio. O jateamento com partículas de óxido de alumínio revestido por sílica mostrou-se aplicável à cerâmica reforçada por leucita. Predominância de fraturas adesivas acima de 85% foi observada em todos os grupos. Este estudo demonstrou que o sucesso de tratamento de superfície depende do tipo de cerâmica a que são aplicados .”<sup>115</sup>

Segundo Bergoli *et al.*<sup>116</sup> para avaliar a resistência de união entre resina composta e cerâmica feldspáticas seguindo os protocolos de tratamento de superfície com e sem ácido fluorídrico e envelhecimento por termociclagem. A força de ligação de interface de todos os grupos era suscetível ao envelhecimento. Concluíram que tratamento de superfície com pontas de borracha abrasivas e nenhum ácido hidrofluorídrico, pareceu ser a mais promissora opção, tendo em conta que os valores de resistência de união resultantes foram semelhantes aos do grupo de control.<sup>116</sup>

### **7.1.3. Protocolos adesivos para as cerâmicas ricas em sílica**

- **Tratamento da superfície cerâmica rica em sílica**

Previamente ao laboratório de prótese enviar a restauração cerâmica para o consultório, usualmente realizam o jateamento interno da mesma com partículas de óxido de alumínio promovendo a remoção da glaze. Deve-se salientar que é importante jatear com especial cuidado as cerâmicas ricas em sílica devido à perda de volume que potencia e que é proporcional ao tempo que se executa o jateamento, que não deve ser superior a 5 s.<sup>117</sup>

“Após o jateamento, a restauração deve ser colocada em um aparelho de ultrassom durante 10 min para a completa limpeza com água destilada. Para maior controle de todo o processo, seria interessante que o clínico visitasse o técnico em prótese dentária com quem costuma trabalhar, para certificar que os procedimentos estão a ser correctamente executados.”<sup>118</sup>

“Depois da prova em boca, a restauração deve ser colocada em água corrente para eliminar a saliva, e secadas com jatos de ar. Em seguida, selecciona-se o cimento resinoso apropriado para a situação clínica (fotopolimerizável, quimicamente polimerizável, dual) e indicam-se os procedimentos de preparo da superfície para a adesão.”<sup>118</sup>

#### **7.1.3..1. Protocolo 1: com ácido hidrófluorídrico**

“- Aplicar ácido HF a 9,5% na superfície interna (previamente jateada) da restauração, cuidando para não ocorrer extravasamento para a face externa glazeada. O período de condicionamento deve levar em consideração a cerâmica utilizada.\*

- Lavar em água corrente durante 60 s e secar com jato de ar por 15-30 s.

- Aplicar com pincel uma camada de silano em estado ativo (hidrolisada) na cerâmica condicionada, deixando a superfície totalmente húmida. Esperar 60 s e secar com ar comprimido isento de óleo ou humidade por pelo menos 30 s, para a eliminação completa dos solventes e outros contaminantes.

- Aplicar com pincel uma fina camada de adesivo\*\* sobre a superfície cerâmica silanizada, seguido por um leve jato de ar (não fotopolimerizar).

-Aplicar cimento resinoso directamente sobre a superfície preparada da restauração.”



\*Se tiver dúvida quanto ao tempo ideal para a cerâmica que está a utilizar, 30 s de condicionamento com ácido HF é efectivo mesmo para cerâmicas feldspáticas, desde que seguido por silanização, evitando-se, assim, o risco de sobrecondicionamento.<sup>38</sup>

\*\*Utilizar um adesivo compatível com o cimento resinoso seleccionado.<sup>108</sup>

### **7.1.3..2. Protocolo 2: sem ácido hidrofluorídrico**

“Utiliza-se, nesses casos, silanos multicompetentes que contêm em sua formulação monómeros adesivo. Deve-se ressaltar que o ácido fosfórico utilizado em substituição do ácido HF é incapaz de gerar microretenções na superfície cerâmica.

- Aplicar ácido fosfórico a 40% na superfície interna previamente jateada da restauração por 5 s.
- Lavar em água corrente durante 60 s e secar com jatos de ar por 15-30 s.
- Aplicar com pincel uma camada de silano (misturar imediatamente antes da aplicação uma gota de primer ácido e uma gota de silano não hidrolisado), esperar 60 s e secar com jato de ar durante 30 s para evaporar o álcool da mistura.
- Aplicar com um pincel sobre a superfície silanizada uma fina camada de adesivo compatível, seguido de um leve jato de ar (não fotopolimerizar).
- Aplicar sobre a superfície preparada da restauração cimento resinoso que contenha o mesmo monómero adesivo (10-MDP) presente no silano hidrolisado e no adesivo.”<sup>108</sup>

## **7.2. Fundamentos básicos na adesão resina/cerâmica ácido-resistente**

De acordo com Blatz *et al.*, as cerâmicas à base de óxido de alumínio infiltradas por vidro têm sido usadas, por apresentarem elevada resistência flexural e opacidade, como material de núcleo que é posteriormente revestido por porcelana feldspática, para restaurações unitárias ou até de 3 elementos no setor anterior (In-Ceram Alumina) ou posterior (In-Ceram Zircónia). De acordo com Oden *et al.*, a cerâmica de óxido de alumínio puro densamente sinterizado (Procera All-Ceram) utiliza tecnologia CAD-CAM para a fabricação de infra-estruturas cerâmicas de



altíssima resistência para restaurações anteriores e posteriores, que são também recobertas por porcelana feldspática.<sup>108</sup>

Segundo McLaren *et al.*, contrariamente às cerâmicas ricas em sílica, as cerâmicas ricas em alumina, devido às suas propriedades como elevada resistência à fratura, podem, em várias ocasiões, não requerer cimentação adesiva, como é o caso, por exemplo, das restaurações de revestimento total. De acordo com Burke *et al.*, nessa situação, a fixação com cimentos de fosfato de zinco ou ionómero de vidro pode ser vantajosa devido ao custo inferior, rapidez e procedimentos mais simplificados, fundamentalmente quando o controle da humidade não é o melhor. Entretanto, mesmo nesses casos, a utilização de tecnologia adesiva, com sua capacidade inerente para selar a dentina e prevenir microinfiltração, pode ser desejável.<sup>5</sup> A técnica pode ser benéfica também nas situações clínicas em que a retenção está comprometida pela expulsividade das paredes preparadas, ou altura reduzida da coroa clínica, e deve sempre ser utilizada em restaurações que requerem cimentação adesiva, como é o caso das facetas cerâmicas. Desta forma, vários autores se propõem a fazer experimentos e pesquisar para analisar as melhores formas de tratamento de superfície.<sup>108</sup>

#### **7.2.1. Tratamento de superfície para cerâmicas ácido-resistentes (alto conteúdo de alumina e alto conteúdo de zircónia)**

De acordo com Baratieri *et al.*<sup>81</sup>, as cerâmicas de resistência alta como é o caso do sistema Procera AllCeram e AllZircon, InCeram Alumina e Zircónia, LAVA, IPS e.max ZirCAD, ricas em óxidos metálicos (óxidos alumínio e zircónio) e pobres em sílica. Neste tipo de sistemas para que haja adesão devem ser criadas microrretenções na superfície cerâmica através do jateamento com micropartículas de óxido de alumínio uma vez que o condicionamento ácido não vai produzir alterações na superfície adequadas para que haja adesão. Este tipo de sistemas são por isso considerados como sistemas não- condicionáveis.<sup>81</sup>

Podem ser classificadas como cerâmicas ácido-resistentes, as cerâmicas reforçadas por óxido de alumínio e óxido de zircónia, recentemente também se atribui papel de destaque às zircónias tetragonais estabilizadas por ítrio. Neste grupo, por apresentarem uma microestrutura físico-química muito densa e diferente daquelas

ricas em sílica, dificilmente a ação do ácido hidrófluídrico promoverá qualquer alteração significativa na sua superfície.<sup>119</sup>

A microestrutura da zircónia consiste em cerca de 2,5 a 3,5% de óxido de ítrio ( $Y_2O_3$ ) e é formado principalmente por partículas micrométricas de  $ZrO_2$  após a sinterização a partir de uma estrutura tetragonal à temperatura ambiente. Esta tem uma densidade de 6 g / cm<sup>3</sup>, enquanto que a sua densidade teórica é 6,51 g / cm<sup>3</sup>. Os mais estreitos estes dois valores são, quanto menor for o espaço entre partículas e, desse modo, maior será a resistência e mais suave a superfície do material.<sup>120</sup>

Em função da alteração da temperatura, as zircónias puras exibem três fases polimórficas, também conhecido como alotrópicas ou cristalinas. Com temperaturas até 1170 ° C, o material apresenta uma fase monoclinica, a estrutura tetragonal pode ser observado a temperaturas intermédias (1170-2370 ° C) e apresenta uma estrutura cúbica estável a altas temperaturas (> 2370 ° C).<sup>42</sup>

Entre estas três fases, a fase monoclinica tem propriedades mecânicas inferiores, o que realmente ajuda a reduzir a coesão entre as partículas mas ao mesmo tempo diminuem a densidade final do material. A fim de ser capaz de utilizar como um material zircônio de estrutura de prótese fixas, é essencial ter estabilizado a fase tetragonal ou cúbica, à temperatura ambiente. Para um melhor controle da fase de transformação, óxidos ( $CaO$ ,  $MgO$ ) e ( $CeO_2, Y_2O_3$ ) são usados como estabilizadores impedindo transformações de fase que pode ocorrer durante procedimentos de *veneering*.<sup>42</sup>

De acordo com a norma ISO designada para aplicações biomédicas,  $Y_2O_3$  é extraído a partir de um mineral xenótico e é o estabilizador mais vulgarmente utilizado para tais aplicações. Infelizmente, quando submetido a pressão ou qualquer tipo de impacto, a zircónia estabilizada pode sofrer transformação de tetragonal metastável a monoclinica ( $T \rightarrow m$ ). Esse tipo de transformação é acompanhada por um aumento de volume de 3 a 5%, que tende a induzir uma tensão de compressão na região que sofreu transformação, que por sua vez impede a propagação da trinca. Endurecimento por transformação é fortemente ditada pela presença de defeitos do material, tamanho de grãos de  $ZrO_2$ , tipo e quantidade de estabilizadores e radiação da temperatura. Pequenos grãos são essencialmente mais propensos a transformação do que grãos maiores, mas existe um tamanho de grão crítico, abaixo  $\approx 0.2 \mu m$ , onde a transformação não ocorre. No entanto, acima deste tamanho de grão, a transformação ocorre espontaneamente. Também é válido referir que, enquanto alguns grãos sofrem

transformação à temperatura ambiente, outros requerem uma temperatura aumentada para este processo, principalmente devido ao seu tamanho mais pequeno.<sup>42</sup>

Estas cerâmicas necessitam de um tratamento efetivo para uma boa união com o cimento resinoso como a utilização de jatos abrasivos associados às partículas de óxido de alumínio e óxido de sílica, a fim de promover uma alteração significativa na superfície. Entre os métodos utilizados destacam-se os sistemas Rocatec (indicados para laboratórios de prótese) e Cojet (indicados para aplicação em consultório).<sup>108</sup>

Segundo Sun *et al.*, existem sistemas de reparo como o sistema *CoJet*, que utiliza tecnologia triboquímica de forma a recobrir a superfície cerâmica com um material abrasivo, originando retenção micromecânica e locais para adesão química, são utilizados como alternativa ao condicionamento com ácido HF. Nesta técnica, partículas de óxido de alumínio modificadas por ácido silícico são jateadas através de um microjateador sobre o substrato. Através deste impacto geram-se elevadas temperaturas, dando-se assim a incorporação do óxido de silício na cerâmica, provocando uma superfície microretentiva e rica em sílica, logo, sensível à união química promovida por agentes silanos.<sup>108</sup>

Entretanto, esse procedimento só é eficaz de forma duradoura se um cimento resinoso modificado por monómeros adesivos for posteriormente utilizado. Desta maneira, a silicatização da superfície cerâmica é desnecessária, já que cimentos contendo monómeros adesivos em sua formulação aderem quimicamente à superfície de cerâmicas ricas em óxido de alumínio, independentemente da prévia silicatização. Portanto, o procedimento para a fixação de restaurações cerâmicas ricas em alumina (InCeram Alumina, InCeram Zirconia ou Procera) pode ser, de uma forma simples e efetiva, idêntico ao apresentado no Protocolo 2 das cerâmicas ricas em sílica. A aplicação do adesivo após a silanização é um passo clínico que pode ser dispensado nessas cerâmicas.<sup>108</sup>

No entanto, a informação disponível é limitada em relação à longevidade da resistência dessa união, pois grande parte dos estudos utiliza apenas termociclagem ou termociclagem associada a períodos inferiores a 5 meses de armazenamento em meio líquido. Termociclagem provoca deterioração na união resina-cerâmica, explorando diferenças nos coeficientes de expansão térmica dos substratos, enquanto armazenamento em meio líquido degrada a resistência coesiva dos materiais e propicia falhas adesivas, coesivas ou mistas, com valores de união menores que os registados por espécies desidratadas. Como ambos os parâmetros são considerados

importantes, já que ocorrem simultânea ou alternadamente em condições clínicas, armazenamento e termociclagem foram utilizados neste estudo planeado para avaliar, por meio do teste de microtração, a durabilidade da união resina-cerâmica.<sup>108</sup>

O principal fator para a união entre resina e cerâmica rica em alumina é o emprego de cimentos resinosos contendo monómeros adesivos fosfatados como o 10-MDP ou semelhante. Esses agentes possuem a capacidade de se unir quimicamente com óxidos metálicos como o óxido de alumínio ou o óxido de zircónia, presentes em grandes quantidades na composição dessas cerâmicas.<sup>108</sup>

A silanização, após a silicatização, pode também ser efectuada, mas não para aumentar a energia de superfície, apenas com o intuito de facilitar a interação entre o cimento resinoso e a cerâmica.<sup>108</sup>

### 7.2.2. Tratamento de superfície para cerâmicas de zircónia

Apesar da alta resistência e da estética favorável dos sistemas cerâmicos reforçados por óxidos metálicos nomeadamente de zircónia, diversos trabalhos na literatura enfatizam que a não realização de um tratamento de superfície previamente à cimentação não promove uma união efetiva entre a cerâmica e o cimento resinoso.<sup>115</sup>

Segundo estudos *in vitro* as maiores causas de insucesso nas reabilitações foram precisamente as falhas no tratamento interno das superfícies cerâmicas.<sup>121</sup>

Estudos científicos e clínicos passaram a apontar para um cuidado maior na indicação de próteses fixas livres de metal em dentes posteriores, devido ao grande esforço mastigatório e a cargas oclusais nessa região da boca. A opção pelo desenvolvimento de infraestruturas cerâmicas à base de óxido de zircónia teve como principal objetivo conferir maior resistência mecânica às próteses e, dessa forma, também ampliar a indicação dessas reabilitações na substituição de um ou mais dentes superiores ausentes. Para tal acontecer, ou seja, para haver um aumento das propriedades mecânicas houve uma redução da matriz vítrea e do conteúdo de sílica.<sup>122</sup>

Recentemente, houve a incorporação de partículas de óxido de ítrio às infraestruturas de óxido de zircónia para se elevar a resistência mecânica e, assim, ratificar a indicação de próteses livres de metal em dentes posteriores. Aliado a isso, tem-se observado um grande avanço nos métodos de fabricação e confecção das infraestruturas.<sup>123</sup>

A grande maioria dos sistemas atuais utilizam o método CAD/CAM. O termo CAD/CAM deriva de “Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing”, em que todos os métodos de planeamento e produção de uma prótese são realizados com auxílio do computador. Inicialmente, uma ferramenta irá digitalizar o preparo protético criando um modelo virtual no computador, e um programa (software) irá planejar a infraestrutura virtualmente, sendo esta etapa do trabalho executada pelo componente CAD do sistema. A partir daí, uma tecnologia de produção (CAM) processará a infraestrutura a partir de um bloco cerâmico seleccionado. O grande objectivo deste sistema é ampliar as indicações clínicas e conferir maior precisão e longevidade ao tratamento reabilitador.<sup>124</sup>

Segundo Matiello *et al.*<sup>125</sup> os diferentes tipos de tratamentos de superfície para as cerâmicas à base de zircónia podem ser divididos em químicos, mecânicos e alternativos.<sup>125</sup>

### **7.2.3. Tratamentos de superfície químicos**

#### **7.2.3.1. Tratamento com ácido Hidrofluorídrico**

Assim sendo, no caso das cerâmicas policristalinas não existe matriz vítrea, logo tornam-se resistentes ao ácido. Desta forma, o tratamento químico de superfície, no estudo do parâmetro de HF, observou-se que não produz qualquer alteração na rugosidade aritmética (Ra) de ZrO<sub>2</sub>, este efeito nulo do HF na superfície do ZrO<sub>2</sub> ocorre devido à ausência de matriz vítrea, resultando em baixos valores de resistência de união.<sup>126</sup>

#### **7.2.3.2. Monómeros adesivos**

Vários monómeros funcionais especiais têm sido utilizados para melhorar a aderência para ZrO<sub>2</sub>. Estes materiais apresentam uma afinidade química para os óxidos metálicos e podem ser incluídos tanto no cimento resinoso como nos adesivos ou também podem ser aplicados directamente sobre a superfície cerâmica.<sup>127</sup>

Nomeadamente o 10-MDP, reage quimicamente com o óxido de zircónia promovendo uma resistência de adesão em relação à água com as cerâmicas zircónias.<sup>128</sup>

Já os cimentos resinosos à base de MDP são recomendados como procedimento essencial para uma melhor adesão à zircónia, tal facto apoiado por diversos artigos.<sup>129,130,131</sup>

No entanto, contraditoriamente, alguns estudos não apontam vantagem em relação aos cimentos convencionais BIS-GMA a nível da adesão.<sup>127,132</sup>

Em relação ao monómero de ácido fosfórico (6-MHPA) mostrou algumas formas de aderência química à superfície de zircónia, no entanto, não há longevidade dos estudos para saber a resistência das cerâmicas após condições de envelhecimento.<sup>134</sup>

Outros monómeros comumente utilizados são materiais denominados de MEPS (trifosfórico metacrilato), nos *primers* cerâmicos, mas ainda não há muita certeza relativamente às suas vantagens.<sup>128,133</sup>

Alguns *primers* metálicos sem fosfato foram também testados, mostrando permitir adicionar adesão química à zircónia. O tratamento de superfície através de *primers* que contenham monómeros funcionais como o MDP são geralmente aconselhados para melhorar a adesão à zircónia. Por sua vez, estes resultados individualmente nem sempre são significativos, pelo que é bom conciliar os *primers* com métodos de jateamento, de forma a promover melhores resultados de adesão, fundamentalmente a longo prazo. Pode-se também afirmar que o uso de novos *primers* de zircónia (mistura de organofosfato e monómeros de ácido carboxílico) ou monómero de ácido fosfórico (6-MHPA) foi testada e mostrou bons resultados imediatos.<sup>125</sup>

#### 7.2.3.3. Aplicação de agente silano

Os silanos, como já foi referido anteriormente, são moléculas híbridas bifuncionais de cariz orgânico e inorgânico que são capazes de criar um grupo siloxano com o grupo hidroxilo da sílica e ao mesmo tempo copolimerizar com a matriz resinosa dos cimentos, assim, diminuem a tensão do substrato, molham-na e fazem a sua energia de superfície maior.<sup>135</sup>

Diferentes tipos de silanos foram estudados, mas nenhum deles mostrou efetividade nas superfícies com baixa ou nenhum teor de sílica e vidro como nas zircónias.<sup>125</sup>

Além disso, siloxane adesão pode ser sensível a degradação hidrolítica, afectando a estabilidade da interface adesiva. Organosilanos foram também testados (*3-methacryloyloxypropyltrimethoxysilane*, *3-acryloyloxypropyltrimethoxysilane*) ou *3-isocyanatopropyltriethoxysilane*) com melhores resultados para os dois primeiros. Os silanos organofuncionais são geralmente moléculas de metacrilato, mas acrilatos são conhecidos por ser grupos mais reativos do que os metacrilatos. O

isocyanatopropyltriethoxysilane é um silano raro, que não está destacado para ser usado na promoção de adesão nos estudos de materiais dentários.<sup>135</sup>

#### 7.2.4. Tratamentos de superfície Mecânicos

##### 7.2.3.4. Jateamento de partículas abrasivas

O jateamento é um recurso que consiste em levar de encontro a superfície interna da restauração substâncias capazes de criar rugosidades. O óxido de alumínio é a substância utilizada há mais tempo para este fim. Recentemente, incorporou-se a ele um ácido sílico. Isto permitiu que fosse depositada uma camada de sílica na área jateada e por isso este processo é chamado de silicatização. Para diversos pesquisadores a grande vantagem desta última é sua capacidade em penetrar na superfície cerâmica (15  $\mu\text{m}$ ) além de aumentar em 76% a concentração de silício, possibilitando união mecânica e química, pois o agente de união que posteriormente é pincelado na superfície cerâmica é a base de sílica.<sup>136</sup>

Nesse contexto, é importante considerar o tamanho das partículas e o tipo de cerâmica, pois existem resultados positivos com determinadas cerâmicas e pouco efectivos com outras. Acredita-se que o jateamento com partículas maiores são mais efetivas. A dúvida é se isso pode causar microtrincas que venham a danificar estruturalmente a cerâmica. É sugerido trinta micrômetros como um tamanho adequado.<sup>137</sup> A pressão usada no jateamento também é importante, pois constatou-se um aumento da força adesiva quando se aumentou a pressão de 0,05 para 0,25.<sup>138</sup>

Segundo Borges *et al.*<sup>139</sup>, através da realização de um estudo de scanner de microscopia electrónica mostrou que o jateamento com 50  $\mu\text{m}$  de óxido de alumínio durante 5s a 4-bar de pressão é possível criar irregularidades na superfície da cerâmica vítrea, no entanto, o mesmo procedimento não muda a superfície dos sistemas In-Ceram Alumina, In-Ceram Zirconia e Procera.<sup>139</sup>

De acordo com Della Bona *et al.*, durante uma avaliação com um *optical profilometer* demonstrou um aumento na rugosidade aritmética (Ra) do sistema *In-Ceram Zirconia* (de 207 para 1000 nm) após o jateamento com espessura de 25 $\mu\text{m}$  de óxido de alumínio à distância de 10mm por 15 s com a pressão de 2.8 bars.<sup>125</sup>

Por sua vez de Oyague *et al.* experimentou utilizar jateamento com 125  $\mu\text{m}$  Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> por 10 s a aproximadamente 5-bar de pressão, o que resultou em 45.77 nm de



rugosidade aritmética (Ra), contra 9.39 nm do grupo de controlo (sem tratamento), numa zircónia tetragonal estabilizada por ítrio (Y-TZP) da marca (Cercon Zirconia, Dentsply).<sup>125</sup>

Por outro lado, trabalhando com materiais semelhantes cerâmicos (Lava, 3M-ESPE), Casucci et al. observou apenas 7.11 de rugosidade em comparação com 6.94 para o grupo de controlo (sem tratamento).<sup>125</sup>

Quando se analisa a rugosidade provocada por partículas de óxido de alumínio, uma grande variedade de fatores como o tamanho das partículas, a pressão, a distância da superfície da cerâmica, o tempo de jateamento e o impacto do ângulo são constantes alvos de análise. Estas diferenças explicam os resultados contraditórios. Embora os estudos consideram todos os fatores acima referidos importantes, o tipo de cerâmicas de zircónia parece ser o mais relevante.<sup>125</sup>

Numa zircónia tetragonal estabilizada por ítrio (Y-TZP), o uso de tamanhos maiores das partículas (de 50 nm a 150 nm) resulta numa rugosidade de superfície mas que não é significativa na alteração da adesão à superfície.<sup>125</sup>

Avaliando a Y-TZP, Cavalcanti et al. demonstrou um aumento na força de adesão após jateamento com 50  $\mu\text{m}$   $\text{Al}_2\text{O}_3$  por 15 s a 2,5 bars. No entanto, com cerâmicas semelhantes, de Oyague *et al.* demonstrou que o jateamento não produz melhor força de adesão, mesmo que superfície tratada apresente mais rugosidade do que o grupo de controlo.<sup>125</sup>

Foram muitos os estudos que demonstraram baixos valores de força de adesão através de jateamento ou mesmo espontânea descolagem da cimentação após envelhecimento artificial (150 dias de armazenamento de água e repetida termociclagem) em associação com o jateamento de partículas de abrasão, a aplicação do agente silano e cimentos resinosos à base de Bis-GMA. De acordo com Kern *et al.*, o jateamento sem *primers* resulta numa alta força de adesão inicialmente com as cerâmicas de zircónia, que, por sua vez, diminui para zero ao longo do tempo, independentemente da pressão aplicada no jateamento.<sup>125</sup>

Geralmente há um consenso que jateamento com partículas de abrasão de 50-110 $\mu\text{m}$  de alumina a 0.25 MPa é efetivo na rugosidade aritmética e limpeza da superfície de adesão da zircónia. No entanto, o efeito destes tratamentos nas propriedades mecânicas destes materiais são controversos e existem resultados tanto negativos como positivos descritos na literatural. Também foi reportada que as partículas de abrasão criam rachaduras afiadas e defeitos estruturais, tornando a



zircónia mais susceptível a rachamento radial durante a função. Portanto, a recomendação é reduzir a pressão durante o jateamento e uso de partícula até 50 µm, pode ser benéfico.<sup>140</sup>

Adicionalmente, o jateamento de zircónia, com alumina ou outras partículas, produz uma diminuição da resistência de adesão comparado com esta cerâmica. Os autores que estão por trás deste resultado, reforçam a opinião que o tratamento mecânico apenas não é suficiente para uma boa adesão. Assim, eles recomendam a conciliação com a adesão química.<sup>141,142</sup>

Pelo contrário, alguns autores defendem que a eliminação do jateamento iria resultar em uma adesão dramática. De acordo com estes, o tratamento de superfície é um fator chave para a adesão à zircónia.<sup>143,144</sup>

#### **7.2.3.5. Método de deposição de sílica - Silicatização:**

Este método começou em 1984 com a tecnologia de silicatização, e em 1989 com o sistema *Rocatec*, um dispositivo de laboratório, que foi desenvolvido e depois surgiu o sistema *Cojet*, que é de consultório. Estes sistemas são à base do uso de 110 µm (*Rocatec*) ou 30 µm (*Cojet*) de partículas de alumina revestida por sílica que são depositadas sobre a superfície da cerâmica.<sup>126</sup>

Desta fora, estas cerâmicas jateadas adquirem uma superfície externa rica em sílica preparada para receber o silano e a posterior cimentação adesiva com o adequado cimento resinoso. Este uso implica a aplicação de silano antes da cimentação. O revestimento com sílica triboquímica das superfícies cerâmicas aumenta a força de adesão do cimento de resina para as cerâmicas infiltradas por vidro ZrO<sub>2</sub> ou Y-TZP. Normalmente, 2.5-2.8 bar de pressão é utilizado no jateamento; no entanto, maiores pressões resultam em melhores resultados de força de adesão com o *Cojet*. Apesar disto, alguns estudos mostram a mesma força de cisalhamento com ou sem a deposição de sílica.<sup>126</sup>

Esta deposição de sílica através de jateamento pode produzir uma melhor reação do silano na superfície, mas isto também tende a produzir uma superfície com menos rugosidade e consequentemente menos possibilidade de interação mecânica com o cimento resinoso. Alguns autores não mostram essa baixa rugosidade, mas consideram que pode ser uma verdadeira observação; a interação química ao cimento resinoso ou os agentes de acoplamento podem justificar o seu uso.<sup>126</sup>

### 7.2.5. Tratamentos de superfície alternativos

Diversos estudos estão a ser realizados no intuito de estudar e desenvolver novos métodos para o tratamento de superfície e, consequentemente, possibilitar aumento de energia livre de superfície e promover uma adesão estável no longo prazo. Com a fluoração por plasma tem sido observada uma superfície cerâmica mais reativa.<sup>146</sup>

#### 7.2.3.1. Plasma não térmico

A corrosão física com a utilização de plasma não térmico tem causado aumento da energia de superfície e da resistência adesiva, consequentemente. A associação com outros métodos de tratamento de superfície como a silicatização e a utilização de monómeros fosfatados (MDP) tem sido sugerida.<sup>147</sup>

Os autores relataram que o plasma é um gás parcialmente ionizado que contém iões, electrões, átomos e espécies neutras. No entanto, o mecanismo de modificação da superfície e aumento da força de adesão parece pouco claro ainda, pelo que os autores sugerem que o desenvolvimento na resistência de adesão possa ser explicado por ligações covalentes.<sup>148</sup>

Este processo apresenta um método de modificar quimicamente a superfície da zircónia através da criação de uma fina camada de *oxyfluoride* que é susceptível a ligar-se a organo-silanos. O objetivo do processo passa por converter 1-3mm do revestimento externo. Estudos recentes mostram que o tratamento de fluoração na superfície rugosa ou polida de zircónia proporciona maior resistência de cisalhamento quando comparado com os sistemas comerciais disponíveis para tratamento de superfície.<sup>149</sup>

#### 7.2.3.2. Laser

O *laser* é considerado uma outra opção de tratar a superfície cerâmica. No entanto ainda não está bem explicado como age. Acredita-se que não é efectivo na criação de rugosidade, contudo é capaz de aumentar a força de resistência adesiva. Isto devido à criação de microtrincas na superfície e automaticamente microretenções. Ao avaliar a efetividade de três tipos de laser: carbono, Nd:YAG, Er: YAG na cerâmica de zircónia estabilizada por ítrio observa-se que apenas o Nd: YAG não foi efectivo.<sup>150</sup>

A utilização do laser Er-YAG aumentou significativamente a resistência adesiva da cerâmica de óxido de zircónia.<sup>151</sup>

Alguns estudos sugerem o uso de Er-YAG ou CO<sub>2</sub> laser para reforçar a força de resistência de adesão ao cimento resinoso. Por sua vez, o efeito do laser na ZrO<sub>2</sub> pode ser testado com o mesmo objetivo. A aplicação do *laser* remove partículas através de microexplosões e de vaporização, um processo chamado de ablação. No entanto, a resistência de adesão resulta na indicação que o efeito do *laser* é contraditório. Enquanto alguns estudos concluem que os lasers não são efectivos para melhorar a resistência de adesão entre zircónia e cimento resinoso, recentemente alguns estudos demonstraram a melhora da adesão após laser CO<sub>2</sub> aplicado em comparação com o convencional tratamento de superfície e indicado esta técnica como um método alternativo para a adesão de ZrO<sub>2</sub> superfícies.<sup>126</sup>

Os resultados em relação ao laser são ainda questionáveis em relação ao facto de não ser tão efectivo no aumento da resistência de adesão como jateamento através de um estudo *in vitro* experimental.<sup>152</sup>

#### **7.2.3.3. Micropartículas de baixa fusão**

A aplicação de micropartículas de baixa fusão de porcelana ou deposição do vapor de tetracloreto de silício são outros tipos de métodos de silicatização que estão a ser utilizados e mostram resistência de adesão.<sup>125</sup>

#### **7.2.3.4. Solução ácida aquecida**

O uso de uma solução ácida aquecida também vem sendo sugerido por alguns pesquisadores. A explicação é que esta causa um processo controlado de corrosão que dissolve grãos de estrutura da cerâmica (zircónia) ampliando o limite dos grãos por remoção preferencial dos menos organizados e aumentando a energia de superfície dos átomos periféricos. De acordo com a literatura até à data, este método necessita de mais estudos para confirmar os seus efeitos na resistência de adesão da complexa combinação da zircónia/cimento.<sup>153</sup>

#### **7.2.3.5. Vidro com agente condicionante**

Outra forma citada seria a cobertura da superfície com um vidro que contém agente condicionante (composto de sílica, alumina, óxido de sódio e potássio e óxido de titânio) e que é aquecido acima da temperatura de transição do vidro. Após o resfriamento, o vidro é dissolvido em um banho ácido, criando poros na superfície e alcançando promissores resultados na força adesiva ao cimento resinoso. A criação de uma camada de óxido de fluoreto na superfície da zircónia como forma de

aumentar a reatividade e com isso facilitar a adesão, é uma técnica recente que apresentou bons resultados. Segundo os autores que a defendem, isto permitiria o aumento da molhabilidade e adesão química para vários materiais dentários.<sup>154</sup>

#### 7.2.3.6. Tratamento Cloro-silano

Este foi um método introduzido por um grupo de autores primeiramente como uma forma de pre-tratamento da superfície de zircônia. Atualmente, cloro-silano combinado com técnica de fase de vapor permitem o pré-tratamento que deposita camada de sílica no substrato de zircônia. O resultado é um revestimento de espessura muito fina (até 2.6 nm), o que aumenta o número de locais de ligações químicas, para o subsequente organ-saline *primer*, usado na técnica de adesão convencional. Esta aplicação de cloro-silano aumenta a resistência de adesão aos cimentos resinosos, possibilitando que os valores de microtração sejam semelhantes aos das técnicas de clínica comuns.<sup>140</sup>

#### 7.2.3.7. Condicionamento de infiltração seletiva

No entanto, o método mais inovador para o tratamento de zircônias foi introduzido por Aboushelib *et al.*<sup>126</sup> e testado a respeito da resistência à microtração em 2007. Este método chama-se Condicionamento de infiltração seletiva (SIE) e baseia-se em princípios de indução de calor e difusão das partículas para transformar a pouco retentiva superfície de Y-TZP em uma superfície bem mais retentiva. Através do aquecimento a baixas temperaturas, a superfície da zircônia sofre rearranjos nos seus cristais. Após isso, o vidro é removido com ácido hidrófluorídrico a 5%, deixando espaços vazios nano entre partículas, onde cimentos resinosos de baixa viscosidade fluem e se depositam após fotopolimerização. Este método foi testado em associação com cimentos resinosos com base em MDP, promovendo alta e de longa duração adesão, e com a prévia aplicação de de zircônia *primers*, promovendo aumento da resistência de adesão inicialmente, mas não uma estável adesão quando aplicado envelhecimento artificial.<sup>126</sup>

Estudos recentes mostram resultados promissores na resistência de adesão de Y-TZP e cimentos resinosos após a superfície ser submetida a jateamento por partículas de óxido de alumínio e silanização ou condicionamento com ácido hidrófluorídrico, mas a estabilidade promovida por estes métodos é questionável e necessita de mais estudos.<sup>126</sup>

Independentemente da possibilidade de produzir retenções na superfície com jateamento e SIE, estes métodos ainda não asseguram completamente uma melhor adesão. Para superar este assunto, é claro que optar por estratégias de adesão micromecânicas e químicas.<sup>126</sup>

#### 7.2.3.8. Revestimento com alumina nanoestruturada

Revestimento com alumina nanoestruturada é apresentado como nova abordagem que é capaz de promover uma forte e longa duração entre cimento resinoso e Y-TZP.<sup>155</sup>

Baseia-se na ideia de uma rápida precipitação de hidróxidos de alumínio que se originam a partir da hidrólise pó de alumínio em uma suspensão aquosa diluída. O resultado é a nucleação heterogénea de lamelas de boemite ( $\gamma\text{AlOOH}$ ) sobre a superfície do imerso substrato de Y-TZP. Os revestimentos consistem em 6 nanoestruturados nm de espessura e 240 nm de comprimento interligado lamelas policristalinas que crescem perpendicular à superfície da zircónia. Durante um tratamento térmico até 900 ° C, estes revestimentos são transformados em alumina transitória, mas sem qualquer alteração na sua morfologia [41]. Este processo não-invasivo pode ser classificado como um método de pré-tratamento químico que aumenta a área de superfície e penetra a rede lamelar, implicando bom humedecimento. A técnica proposta oferece algumas vantagens sobre o tratamento de superfície convencional. Em primeiro lugar, ele não cria quaisquer falhas que podem diminuir a força de cerâmica de zircónia. Em segundo lugar, a funcionalização de zircónia superfície é mais eficaz em relação ao ar desgastada e superfície polida, mesmo após o ciclo térmico procedimentos. Em terceiro lugar, a técnica é simples e pode ser facilmente transferidos para os laboratórios de odontologia.<sup>140</sup>

#### 7.2.3.9. Incorporação de monómeros funcionais em cimentos e adesivos

A incorporação de agentes cimentantes e adesivos (nomeadamente *primers*) contendo monómero funcional (MDP) tem apresentando ótimos resultados quando associados a cerâmicas reforçadas por óxido de zircónia. Este método de cimentação adesiva proporciona uma boa resistência adesiva com valores que se mantiveram em longo prazo apos armazenagem.<sup>156</sup>

A literatura até à data enfatiza os benefícios dos fosfatos na resitência de adesão dos cimentos resinosos e superfície zircónia, apenas com tratamentos mecânicos (jateamento, SIE) com o objetivo de melhorar a duração da adesão 37,45 e omitir as falhas prematuras como a formação de gaps. Os monómeros funcionais

possuem a habilidade de formar ligações de hidrogénio com óxidos de metal na interface zircónia/cimento, melhorando a molhabilidade.<sup>140</sup>

Além disso, a adição de monómeros aos *primers* também ajuda na adesão ao cimento resinoso, não apenas à superfície de zircónia.<sup>140</sup>

O monómero de VBATDT e a nova geração de *primers* de zircónia são recomendados para otimizar a molhabilidade e química das zircónias que não receberam *primer* ou das zircónias tratadas através de SIE. Recentemente, uma nova fórmula de *primer* universal que contém monómeros de silano e fosfato foi promovida. Esta cria uma adesão promissora com a zircónia após envelhecimento artificial quando usado jateamento de partículas com limpeza ultra-sónica ou após silicatização.<sup>140</sup>

Recentemente, Alves *et al.* realizou um estudo para avaliar o efeito de diferentes estratégias adesivas aplicadas a superfícies que foram também condicionadas de diferentes formas, sendo elas jateamento de partículas ou utilização de *primer* universal em conjunto com cimento resinoso autocondicionante ou convencional para analisar a adesão da zircónia à dentina. A hipótese nula testada era que o tipo de tratamento de superfície e de cimento resinoso não afetavam os resultados de resistência de adesão. O autor chegou a 3 conclusões fundamentais: tanto o seguimento de protocolos do Cojet e Rocatec como o uso de *primer* universal sem jateamento prévio promoveram resistência de adesão da zircónia à dentina quer com cimento resinoso auto-adesivo ou convencional, em comparação com os grupos não condicionados (control). Conclui também que cimentos resinosos autoadesivos e convencionais apresentam a mesma resistência de adesão à zircónia após 30 dias de armazenamento em água. Por último, aferiu também que enquanto os cimentos resinosos convencionais mostraram falhas principalmente entre o cimento e a zircónia, por sua vez, cimentos autoadesivos apresentaram falhas sobretudo entre cimento e a dentina.<sup>155</sup>

Toda esta variedade confunde o clínico. No entanto, trabalhos científicos recentes indicam que a utilização de silanos multicomponentes contendo o monómero fosfatado 10-MDP ou semelhante, seguida por aplicação do adesivo e ou cimento/resinosocompatíveis, é um procedimento simples, do qual advém adesão duradoura e de confiança, e pode ser utilizado com fiabilidade em qualquer dos sistemas cerâmicos disponíveis atualmente no mercado.<sup>155</sup>

Pode-se concluir que os tratamentos de superfície devem ser corretamente aplicados consoante o tipo de zircónia e o cimento resinoso seleccionado. Também se

concluiu que a combinação de jateamento de partículas abrasivas combinado com cimento resinoso que contenham monómeros fosfatados ou a deposição de partículas sílicas triboquímicas juntamente com silano (com monómeros funcionais) combinado com cimento resinoso convencional de Bis-GMA podem ser considerados os melhores métodos de tratamento de superfície. Além disso também se chegou à conclusão de que uma excelente forma de desenvolvimento passa por focar os estudos e pesquisas nos *primers* como efetivo método para melhorar a resistência de adesão das ZrO<sub>2</sub>. Os métodos alternativos apresentaram consideráveis alterações de tratamento de superfície que mostra resultados promissores, no entanto, mais estudos são necessários.<sup>155</sup>

## 8. Tratamento prévio da superfície dentária

É muito importante, mal se termina a realização do preparo dentário, e no momento antes de dar início ao protocolo de cimentação, deve-se efetuar a limpeza da superfície dentária, que a sua função será remover os resíduos de tamanho macro ou microscópios que se juntaram às superfícies dentárias.<sup>4</sup>

Por norma, realiza-se a limpeza do dente com pasta de pedra-pomes e água e uma taça de borracha ou escova Robinson. Tanto a dentina como o esmalte devem ser igualmente tratados, consoante o cimento que se optou na cimentação e respeitando as normas do fabricante.<sup>157</sup>

Segundo Groten, ao cimentar com um cimento resinoso a preparação deve ser realizado com ácido fosfórico a 37% durante 15 segundos, e posteriormente lavar com *spray* de água cerca de 20 segundos.<sup>157</sup>

Para que haja um prognóstico bom das restaurações indirectas sabe-se que há diversos fatores em associação interferindo, sendo eles, cimentação das mesmas, mais especificamente relacionados com a resistência adesiva e com o selamento marginal. Muitos estudos apontam que o número de dentes restaurados em prótese fixa que apresentam falhas adesivas, sensibilidade pré e pós operatória e infiltração bacteriana é alto.<sup>158</sup>

Pelo motivo acima referido é bom que posteriormente à terminação da preparação dentária, se efetue o selamento dentinário imediato, que consiste na aplicação de um sistema adesivo logo em seguida da preparação do dente que vai receber a peça protética. Através deste procedimento, consegue-se que o dente fique



protegido contra as bactérias, de produtos que possam dar origem a irritação pulpar, evita a sensibilidade pós operatória, torna a moldagem do preparo dentário mais simples, uma vez aplicado anteriormente à moldagem deste, e torna superior a força de adesão final da dentina na cimentação adesiva definitiva.<sup>152</sup>

## **9. Passo-a-passo clínico para cimentação adesiva**

“1. Avaliar a adaptação marginal e contatos proximais da restauração pré-fabricada no modelo

2. Remover a restauração provisória do paciente

3. Limpar a superfície dentária e experimentar a restauração em boca. Em primeiro lugar avaliar os contatos proximais da restauração e a adaptação marginal.

4. Colocação do fio de retração gengival. (Figura 10)

5. Colocar isolamento relativo dos dentes adjacentes ao dente preparado com fita teflon. (Figura 11)

O isolamento que deve ser feito quando se usa a técnica de cimentação adesiva deve ser o isolamento absoluto, já que o controlo da humidade durante todo o processo é fundamental para que não haja perda da longevidade da restauração cimentada. Quando tal não é possível, deverá ser feito isolamento relativo com fios de retração, rolos de algodão, expansores horizontais dos lábios, e aspiradores de alta potência. Devem ainda ser colocados após o isolamento matrizes entre os dentes preparados e os adjacentes para protegê-los.

6. Tratamento da superfície interna da restauração de acordo com as suas propriedades e a sua composição, conforme explicado anteriormente. (Figura 12,13,15)

7. Aplicação do adesivo na superfície interna da restauração.

8. Aplicar no remanescente dentário ácido fosfórico 35% a 37% (15 segundos na dentina, 30 segundos em esmalte). Lavar e secar cuidadosamente sem desidratar a dentina. (Figura 14)

9. Aplicar adesivo no remanescente dentário já condicionado.

10. Misturar a base e o catalisador do cimento resinoso, e aplicar na restauração e no dente preparado. (Figura 17)

## Cimentação Adesiva de Restaurações Cerâmicas

11. Inserir a restauração no local e remover os excessos de cimento.
12. Fotopolimerizar por dez segundos, remover os excessos de cimento de resina nas áreas proximais (utilizando fio dentário);
13. Fotopolimerizar quarenta a sessenta segundos por superfície;
14. Remover fio de retração (Figura 16) e isolamento relativo (ou absoluto) e verificar a oclusão. Ajustar se necessário.
15. Terminar e polir com broca diamantada fina e pontas de borracha. (Figura 18) <sup>159</sup>



Figura 11 - Colocação do fio de retração gengival. Adaptado de Gildo Santos (2009) <sup>159</sup>



Figura 10 - Proteção dos dentes adjacentes com fita teflon. Adaptado de Gildo Santos (2009) <sup>159</sup>



Figura 13 - Condicionamento da superfície interna da coroa com ácido fluorídrico 9,5% durante vinte segundos previamente jateada com partículas de óxido de alumínio com 50µm. Adaptado de Gildo Santos, (2009) <sup>159</sup>



Figura 12 - Aspeto da superfície interna da coroa depois do condicionamento com ácido fluorídrico 9,5%. A coroa apresenta um aspeto branco opaco. Adaptado de Gildo Santos (2009) <sup>159</sup>

## Cimentação Adesiva de Restaurações Cerâmicas

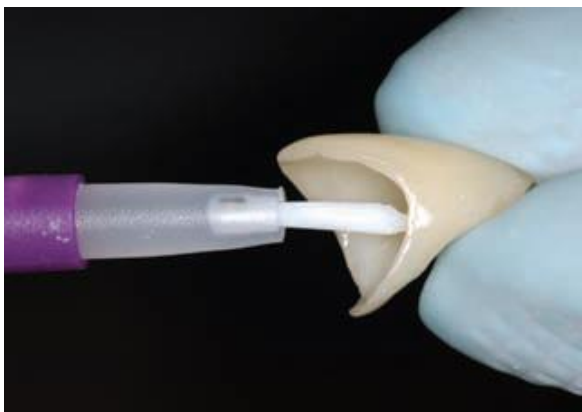


Figura 14 - Aplicação do silano na coroa. Adaptado de Gildo Santos (2009)<sup>159</sup>



Figura 15 - Condicionamento do dente com ácido fosfórico a 37%. Adaptado de Gildo Santos (2009)<sup>159</sup>

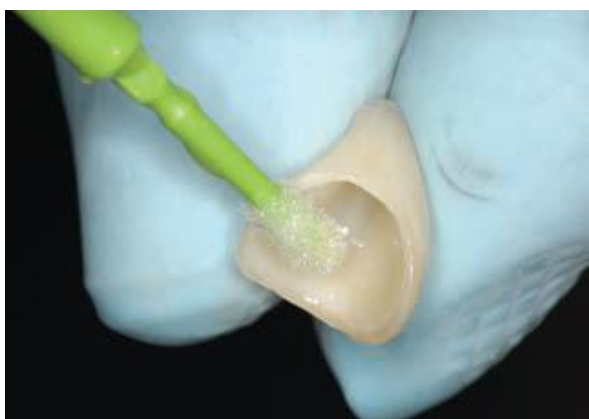


Figura 17 - Aplicação do cimento de resina. Adaptado de Gildo Santos (2009)<sup>159</sup>



Figura 16 - Remoção do fio de retração gengival. Adaptado de Gildo Santos (2009)<sup>159</sup>



Figura 18 - Aspeto final. Adaptado de Gildo Santos (2009)<sup>159</sup>

## 10. Lentes de contato minimamente invasivas

A requisição por tratamentos estéticos que procuram incessantemente por um sorriso com aparência natural e simultaneamente durabilidade clínica tanto por parte dos pacientes como dos profissionais é cada vez mais frequente. Assim, o esclarecimento e o fornecimento de técnicas inovadoras fizeram surgir a preocupação por tratar esteticamente, no entanto mediante tratamentos de carácter minimamente invasivo, ou seja, que não causem prejuízos à estrutura dentária. Dentro dos vários tratamentos conservadores, as facetas cerâmicas minimamente invasivas, denominadas particularmente de lentes de contato dentárias, têm recebido principal ênfase.<sup>160</sup>

Atualmente, tem sido recorrente aparecerem pacientes no consultório que apresentam dentes saudáveis e harmónicos, que procuram tratamento dentário por motivos de exigência estética altamente elevada. Por este motivo, opções de tratamento mais conservadoras, com a capacidade de alterar o formato, tamanho e cor dos dentes, e também permitir alcançar o resultado desejado pelo paciente, têm-se salientado nos presentes cenários e devem ser sempre a primeira opção terapêutica.<sup>161</sup>

Como a dentária moderna está sempre à procura de restaurações cada vez mais “invisíveis”, que sejam confeccionadas com o mínimo de danos aos tecidos dentários, as lentes de contato tornaram-se excelentes alternativas, quando bem indicadas, pois requerem pouco desgaste da estrutura e devolvem anatomia, forma, textura, cor e harmonia aos dentes envolvidos. Além disso, quando se consegue adesão ao substrato de esmalte dentário, as cerâmicas apresentam excelente durabilidade clínica.<sup>162</sup>

No entanto, até mesmo nos casos que se enquadram nas indicações para ausência de preparo, pode ser necessário a realização de desgastes mínimos caso haja retenção e resistência ao assentamento da peça.<sup>162</sup>

Pode-se dizer que as indicações para lentes de contato são: correções de bordo incisal; dentes fraturados; dentes conóides; diastemas com paralelismo das faces envolvidas; dentes com perda de esmalte por lesões não cariosas rasas; dentes com necessidade de aumento de volume vestibular para melhora do volume labial ou com coroas lingualizadas pós-tratamento ortodôntico; restauração do comprimento incisal para melhorar a função; restauração oclusal; e correção de inclinação de dentes contralaterais.<sup>163</sup>

Assim sendo, a indicação de facetas cerâmicas somente deve ser feita após uma análise detalhada de aspetos como: cor do substrato, necessidade de acçãoaração dentária, tipo de cerâmica indicada e o cimento resinoso a ser utilizado.<sup>163</sup>

As facetas cerâmicas somente podem ser indicadas se for viável alcançar uma adesão favorável, ente-se que quanto maior for a quantidade de esmalte, obviamente será melhor. A preparação do dente deve restringir-se fundamentalmente no interior da camada de esmalte, ou deve apresentar uma região de esmalte suficiente.<sup>164</sup>

As lentes de contato são peças cerâmicas de fina espessura (em média 0,3 mm), com capacidade de reproduzir fielmente a anatomia e pormenores dos dentes naturais, com enorme estabilidade de cor, além de ter a vantagem de manter os tecidos dentários saudáveis. Também proporcionam ótima estética, adesão ao agente cimentante e aos substratos dentários, resistência à fratura, estabilidade de cor e biocompatibilidade. Entende-se como limitações maiores destas restauração a fragilidade do manuseio quando comparado a peças mais espessas, necessidade de técnica qualificada e elevado custo.<sup>160</sup>

Outra das suas limitações, são, nomeadamente, não mascarar dentes escurecidos, devido à pequena espessura da cerâmica. Dessa forma, umas das contraindicações delas é a confeção sobre dentes com escurecimento devido à endodontia, trauma ou manchamento por tetraciclina. No entanto, um bom diagnóstico e o planeamento adequado podem modificar essa contraindicação.<sup>160</sup>

Porém, em alguns casos, principalmente quando a coloração nos dentes é constante em todos os elementos, como nos casos de pigmentação causada por tetraciclina, alterar mais tons na escala é possível através da escolha da cor das peças juntamente com a selecção de cor do cimento seleccionado na impregnação delas.<sup>165</sup>

O cimento resinoso, que apresenta polimerização exclusiva pela luz, deve ser o material escolhido para realizar cimentação de lentes de contato, pois proporciona maior estabilidade de cor, maior tempo de trabalho e melhor escoamento, além de reforçar a estrutura dentária e melhorar o selamento marginal devido às propriedades adesivas.<sup>166</sup>

Por serem peças muito delicadas, a cimentação das lentes de contato deve ser uma etapa realizada com muita cautela e com material adequado. A união das peças à estrutura dentária proporciona melhor resistência delas. Da mesma forma, o

acabamento e o polimento, principalmente na região de união entre peça e dente, devem ser realizados para eliminar possíveis insucessos no final do tratamento.<sup>166</sup>

É importante ter em consideração que a presença de hábitos parafuncionais dos pacientes, pode levar ao insucesso absoluto do tratamento tornando-se desta forma uma contraindicação a realização deste tipo de facetas.<sup>42</sup>

O processo de cimentação deste tipo de restauração exige atenção, delicadeza e precisão por parte do profissional, além de ser considerado o período mais crítico do tratamento. Remover o excesso de cimento após a inserção das peças garante a saúde dentária e periodontal, e aumenta a longevidade estética dos resultados. É indicado que esse passo seja realizado com um pincel antes da polimerização. Após a polimerização do agente cimentante, o acabamento para remover excessos de cimento que causem sobrecontorno à restauração deve ser realizado, para promover continuidade entre dente e restauração. O polimento da margem e da interface cerâmica-dente consegue reduzir ainda mais a rugosidade da superfície, onde ocorreria menor acúmulo de biofilme, aumentando também a longevidade da restauração.<sup>165</sup>

O planeamento é uma etapa fundamental para o sucesso do tratamento reabilitador estético. Planejar cada caso clínico, através de um protocolo fotográfico, possibilita uma melhor previsibilidade do resultado final. Além das fotos, o encerramento-diagnóstico e o *mock-up* são ferramentas auxiliares para estabelecer corretos valores de simetria e proporção ao novo sorriso.<sup>160</sup>

Assim sendo, torna-se pertinente relatar o caso clínico, extraído da Revista Clínica- International Brazilian Journal of Dentistry.<sup>160</sup>

- Paciente de sexo feminino, 43 anos de idade, procurou atendimento dentário, sendo que a sua principal queixa era escurecimento dos elementos dentários anteriores por tetraciclina, pelo qual se fez um planeamento como se vai verificar nas figuras seguintes.<sup>160</sup>

- **Planeamento Digital**

O planeamento digital foi executado a partir de dois registos fotográficos, com e sem afastador (Figuras 19 e 20) Em seguida, as imagens foram manipuladas no programa Microsoft Power Point 2010, buscando definir o novo formato e tamanho dentário (Figuras 21 e 22).<sup>160</sup>





Figura 20 - Fotografia sem afastador, utilizada para o planeamento digital do sorriso (*Digital Smile Design*), Donassollo (2015)<sup>160</sup>



Figura 19 - Fotografia com afastador, utilizada para o planeamento digital do sorriso (*Digital Smile Design*) Donassollo (2015)<sup>160</sup>

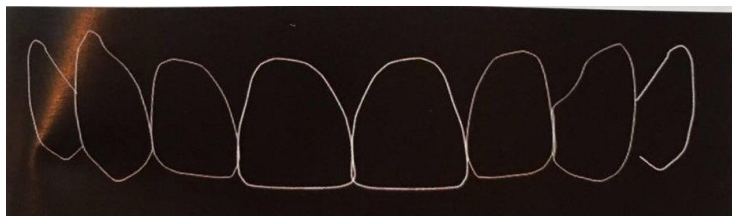


Figura 21 - Tamanho e formato definido para o planeamento do caso Donassollo (2015)<sup>160</sup>



Figura 22 - Imagem do planeamento digital do sorriso, determinando tamanho e formato para os elementos a serem reabilitados. Donassollo (2015)<sup>160</sup>

- **Mock-Up**

Após o planeamento digital, a paciente foi moldada para a produção de um modelo de gesso, e este foi encerado com o formato e as medidas determinadas no planeamento digital.<sup>160</sup>

Posteriormente, efectuou-se uma guia de silicone de adição a partir do enceramento. A guia foi testada na cavidade oral do paciente, e, em seguida, preenchida com resina bisacrilica de cor A2 e novamente inserida sobre os dentes a serem restaurados. Passando o tempo de presa de aproximadamente 3 minutos, a



guia foi removida, tendo permanecido a resina bisacrilica sobre os elementos. Esse procedimento teve como intenção simular o tratamento que seria realizado na paciente, tornando melhor a comunicação dela com o profissional e do profissional com o laboratório de prótese que iria confeccionar as peças protéticas. Assim que aprovado pela paciente em relação ao novo formato sugerido do tamanho dentário, o procedimento da preparação dos elementos dentários começou.”<sup>160</sup>

- **Prepação dos elementos dentários**

Posteriormente à anestesia local, uma preparação com 0,3 mm de espessura englobando as faces vestibular e incisal/oclusal dos elementos 11,12,12,14,15,21,22,23,24 e 25 foi confeccionada.(Figura 23)<sup>160</sup>



Figura 23 - Ponta diamantada utilizada no preparo. Donassollo (2015)<sup>160</sup>

- **Moldagem**

O afastamento gengival foi executado através de um fio retrator 00. Na primeira fase fez-se a moldagem com o componente pesado de característica densa da silicone de adição com sobreposição de uma película de policloreto de vinila (PVC) para se formar um alívio. Na etapa seguinte, o fio foi retirado, e imediatamente a silicona leve foi aplicada sobre os preparos e sobre o molde confeccionado anteriormente. O conjunto foi inserido na cavidade oral para a finalização do processo de moldagem.”<sup>160</sup>

Moldou-se a arcada inferior com alginato, com o objetivo de obter um modelo antagonista, e um registo oclusal em cera foi feito.<sup>160</sup>

Posteriormente à obtenção dos moldes, os provisórios foram executados com a mesma resina bisacrilica usada no mock-up.<sup>160</sup>

O mock up- tem como objetivo mostrar ao paciente uma previsão do resultado final, sendo nesta fase a altura certa para modificar alguma característica que não esteja em conformidade com o seu desejo.<sup>160</sup>

- **Confeção das peças**

Assim, o molde superior de silicone de adição, o modelo inferior e o registo de mordida em cera foram enviados para o laboratório juntamente com as fotografias extra e intrabucais e o enceramento, para a confeção das lentes de contato com sistema cerâmico à base de dissilicato de lítio. Aliado a esta fase foi efetuada a escolha da cor, 1M1 (Escala de cor 3D Master, Vita , Alemanha) para a confeção das peças protéticas.<sup>160</sup>

Como as escalas de cores têm limitações, há alguns fatores que devem ser observados para melhorar a sua utilização, sendo eles: a selecção de cor deve ser realizada no início do procedimento, quando os dentes não se encontram desidratados e o profissional não está cansado; a escala de cores deve ser mantido no mesmo plano dos dentes anteriores inferiores para que a luz que incide sobre eles possa ser refletida na mesma direcção no sentido do observador; a escala e os dentes devem ser levemente humedecidos para facilitar a reflexão da luz; o operador deve procurar um máximo de 10 a 15s em cada matiz e descansar olhando para um fundo cinzento neutro entre as observações; o paciente deve ser coberto com uma cor clara de proteção para que a cor de suas roupas não confundam o operador; o ambiente deve fornecer a quantidade e qualidade da luz natural indireta, geralmente dá-se preferência a um atendimento entre as 11 e 14 horas; e, finalmente, o comportamento ótico da cor escolhida deve ser reavaliado com diferentes iluminações artificiais (por exemplo, luz incandescente e a luz fluorescente), em busca de uma metamerismo notável que pode inviabilizar a cor escolhida.<sup>167</sup>



Figura 24 – Peças de cerâmica de dissilicato de lítio  
Donassollo (2015)<sup>160</sup>

- **Prova das peças**

Posteriormente à elaboração das peças (Figura 24), os provisórios foram removidos, e realizou-se profilaxia nas preparações dentárias. Em seguida, a pasta teste, *Try-in* de cor A1 (*Try-in Veneer*, 3M Espe) foi inserida na face inferior de todas as peças e adaptada sobre os elementos. O excesso de pasta foi removido, um registo fotográfico foi realizado para avaliação da cor, e, com auxílio de um espelho de mão, a paciente fez a aprovação final do tratamento.<sup>160</sup>

Aquando da confirmação da escolha certa da cor do cimento, o processo de cimentação foi iniciado.<sup>160</sup>

- **Cimentação das Peças**

Preparação das peças

Aplicou-se uma camada de ácido hidrofluorídrico a 10% (Condac Porcelana, FGM, Brasil) na face interna de todas as lentes, tendo permanecido por 40 s. As peças foram lavadas com jato de ar e água por 30 s, a superfície foi seca, e em seguida aplicou-se o silano (Prosil, FGM, Brasil) foi aplicado com a ajuda de *microbrush*, seguido pelo adesivo (Adper Single Bond, 3M Espe, EUA), todas estas etapas representadas na figura 25.<sup>160</sup>



Figura 25 – Preparação das peças com ácido hidrofluorídrico a 10%, silano e adesivo, respectivamente. Donassollo (2015)<sup>160</sup>

Preparação dos elementos dentários

“O tratamento do substrato dentário foi realizado através da técnica de condicionamento total com sistema adesivo de dois passos (Adper Single Bond, 3M Espe). Para isso, os dentes adjacentes foram protegidos com fitas de politetrafluoretileno (Isotape, TDV). O ácido fosfórico a 37% (Condac 37, FGM) foi aplicado na superfície vestibular e incisal por 30 s. Após esse período foi realizada a lavagem abundante com jato de ar e água, secagem e aplicação do sistema adesivo

## Cimentação Adesiva de Restaurações Cerâmicas

(Adper Single Bond, 3M Espe), de acordo com as instruções do fabricante, seguido de leve jato de ar sem fotopolimerização, para que a camada de adesivo não interferisse no assentamento da peça cerâmica.”<sup>160</sup>



Figura 26 – Aspeto após condicionamento ácido. Donassollo (2015)<sup>160</sup>

“Em seguida, uma camada de cimento resinoso de cor A1 (RelyX Veneer, 3M Espe) foi aplicada na superfície interna das peças, as quais foram posicionadas individualmente, com leve e contínua pressão digital. Nesta etapa, é importante o extravasamento de cimento, a fim de que toda a superfície seja preenchida. Em seguida, os excessos de cimento extravasados foram removidos com o auxílio de pincel. A fotofotativação foi realizada por 40 s em cada face, com aparelho fotoativador (FlashLite 1401), Discus Dental, EUA). Após, um acabamento com pontas diamantadas seguido de polimento com pontas abrasivas foi realizado na região cervical de todos os elementos cimentados, a fim de remover possíveis excessos de cimento na região. O registo oclusal foi realizado com papel carbono, e pequenos desgastes utilizando ponta diamantada foram necessários para o estabelecimento de equilíbrio oclusão. Em seguida, a superfície desgastada foi polida com pontas abrasivas.”<sup>160</sup>



Figura 27 – Aplicação do adesivo durante a preparação dos elementos dentários. Donassollo (2015)<sup>160</sup>

## Cimentação Adesiva de Restaurações Cerâmicas



Figura 28 – Prova do cimento com a utilização de pasta Try- in na cor A1. Donassollo (2015) <sup>160</sup>



Figura 29 – Aplicação das peças com cimento em excesso, com o intuito que toda a superfície interna fique coberta por cimento. Donassollo (2015) <sup>160</sup>



Figura 30 – Sorriso final. Donassollo (2015) <sup>160</sup>

“Recentemente, foi realizado um estudo para avaliar a influência do sistema adesivo no resultado cromático de “ lentes de contato” de alta translucidez imediatamente após a cimentação e após o envelhecimento artificial acelerado (EAA). Quarenta dentes bovinos e 40 discos de cerâmica com 0,5mm de espessura foram distribuídos em 4 grupos de diferentes tipos de adesivos: GI) Scotchbond Multi-Purpose; GII) Single Bond 2; GIII) Single Bond Universal (usado no dente como

adesivo apenas); GIV) Single Bond Universal (usado no dente e na peça como silano). Os dentes e as cerâmicas foram tratados previamente à cimentação, respeitando-se os grupos experimentais, e o cimento Variolink Veneer valor 0 foi utilizado para cimentação. Todas as espécies foram submetidas a 400h de envelhecimento artificial acelerado. Pode-se concluir que os adesivos testados neste estudo não influenciaram nas cores das “lentes de contato” cimentadas em dentes bovinos com cimento translúcido, imediatamente ou após EAA, porém todos os grupos apresentaram mudança de cor perceptível após envelhecimento. “<sup>168</sup>



## Conclusão

Assim sendo, tendo em conta a imensa variedade de materiais dentários presentes no mercado atual para procedimentos de cimentação adesiva, é fundamental para uma boa prática clínica, o total conhecimento por parte do médico dentista dos mesmos e saber exactamente quando e como utilizá-los, dependendo do caso clínico que tenham à sua disposição. Desta forma, pode-se dizer que o momento do planeamento é crucial, consoante as características do paciente e também estando atento às suas principais queixas e sempre trabalhando ouvindo as suas exigências estéticas.

Mais do que conhecer apenas o tipo de cimento que se vai utilizar, é fundamental saber também que consoante o tipo de cerâmica escolhida para a reabilitação oral, todo o protocolo está dependente e relacionado com isso, desde a escolha do cimento, como do sistema adesivo, como do tratamento de superfície do dente e também o tratamento da superfície cerâmica. Todos estes pontos são importante, porque realmente a oferta é muito ampla e implica que o clínico não se perca em todas estas decisões, fazendo-as de modo instruído e altamente consciente, de modo a proporcionar ao paciente o resultado desejado.

Desta forma, o procedimento da cimentação das restaurações cerâmicas deve ser cumprido criteriosamente, de modo a haver uma ligação cimento/substrato e cimento/material restaurador o mais correta possível. Assim sendo, respeitando as regras de aplicação correta do sistema adesivo, tratamentos de superfície adequados e correta escolha da técnica da cimentação, consegue-se atingir resultados clínicos a longo prazo de sucesso.

Segundo o que se estuda, os cimentos de resina são os cimentos adesivos preferenciais, visto que são os que têm melhor capacidade de adesão em comparação com os convencionais. Atualmente, os cimentos e primers que contêm na sua composição monómeros funcionais fosfatados são os que obtêm os resultados mais satisfatórios quando se pretende uma adesão eficaz. Os cimentos de polimerização dual são também os considerados melhores na cimentação adesiva, pelo fato de terem boas propriedades mecânicas menor tempo de trabalho, cura dual, controle da



contração de polimerização e maior facilidade na remoção dos excessos, quando comparados com os restantes.

A preparação prévia da superfície dentária e da restauração cerâmica que vai ser cimentada são etapas importantíssimas quando se utiliza a técnica de cimentação adesiva. Hoje-em-dia são múltiplas as formas de tratamento de superfície estudadas, sendo que várias têm um resultado bastante promissor no sucesso da longevidade clínica.

Conclui-se que a cimentação adesiva é a opção de eleição para cimentação de restaurações cerâmicas, pois possui vantagens superiores à cimentação convencional.

## Referências

1. Aras W, León B. Tratamento de superfície e cimentação adesiva de cerâmicas aluminizadas: revisão de literatura. Rev Odontol UNESP. 2009; 38(2):93-98.
2. Higashi N *et al.* Cêramicas em dentes anteriores: Parte I - indicações clínicas dos sistemas cerâmicos. Clín int j braz dent.. Florianópolis. 2006;2(1):22-31.
3. Amoroso A, *et al.* Cerâmicas Odontológicas: propriedades, indicações e considerações clínicas. Rev Odontol Araç; 2012; 33(2):19-25.
4. Ribeiro C, *et al.* Cimentação em prótese: Procedimentos convencionais e adesivos. Int. J. Dent; 2007; 6(2):58-62.
5. Garcia DRS. Cimentação adesiva em prótese fixa. [dissertação]. Universidade Fernando Pessoa; 2014. 62f.
6. Kelly JR, Nishimura I, Campbell SD. Ceramics in dentistry: historical roots and current perspectives. J Prosthet Dent, 1996; 75 (1) 18-32.
7. Della Bona A, Shen C, Anusavice K J. Work of adhesion of resin on treated lithia disilicate-based ceramic. Dent. Mater. 2004; 20(4) 338-44.
8. Noort V. Introdução aos materiais dentários. 2. ed. Porto Alegre: Artmed; 2004.
9. Anusavice KJ. Materiais dentários. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1998. 311p.
10. McLean JW, Hughes TH., The reinforcement of dental porcelain with ceramic oxides. Br. Dent. J. 1965; 119(6) 251-.67.
11. Rosentiel F, Land MF, Fujimoto J. Prótese fixa contemporânea. 3ª Ed. São Paulo: Santos, 2002. 868 p.
12. Spear F, Holloway J. Which all-ceramic system is optimal for anterior esthetics? J Am Dent Assoc. 2008; 139(4):19-24.
13. McLean JW, Sced IR. Aust. Dent. J. 1976;21:119-27.
14. Pegoraro TA, da Silva NR, Carvalho RM. Cements for use in esthetic dentistry. Dent Clin North. 2007; 51(2):453-71.
15. Pinto X *et al.* Avaliação in vitro da micro-infiltração marginal em restaurações indiretas inlay de porcelana. Efeito de diferentes agentes cimentantes. Clín int j braz dent. 2002; 1(2):113-121.
16. Namoratto LR *et al.* Cimentação em cerâmicas: evolução dos procedimentos convencionais e adesivos. Rev. Bras. Odontol. [online]. 2013;70 (2) 142-147.
17. Malheiros S, Fialho P, Tavares, *et al.* Cerâmicas ácido resistentes: a busca por cimentação resinosa adesiva. Cerâmica [online]. 2013; 59 (349):124-128.

18. Martins M *et al.* Comportamento biomecânico das cerâmicas odontológicas: revisão. *Cerâmica* [online]. 2010;56(338):148-155.
19. Nishimori E, Annibelli L, Corrêa G, Silva O, Progeante OS, Marson FC. Sstemas cerâmicos e as suas possibilidades. *Clín int j braz dent.* 2013;9(2): 178-185.
20. Zavanelli AC, Mazaro JV. Descrição clínica para execução de coroas all ceram. *Clín int j braz dent.* 2011;7:166-76.
21. Fonseca AS. *Odontologia Estética: arte da perfeição.* São Paulo: Artes Médicas; 2008.
22. Chique GJ, Pinault A. *Esthetics of anterior fixed prosthodontics.* Chicago: Quintessence; 1994.
23. Bottino MA, Faria R, Valandro LF. *Percepção- estética em próteses livres de metal em dentes naturais e implantes.* São Paulo: Artes Médicas; 2009.
24. Griggs JA. Recent advances in materials for all-ceramic restorations. *Dent Clin North Am.* 2007; 51(3):713-27.
25. Edelhoff D, Sorensen JA. Tooth structure removal associated with various preparation designs for anterior teeth. *J Prosthet Dent.* 2002; 87(5): 503-9.
26. Gilboe DB, Teteruck WR. Fundaments of extracoronar tooth preparation. Part I. Retention and resistance form. *J Prosthet Dent.* 2005;94(2):105-7.
27. Bottino MA, Quintas AF, Miyashita E, Giannini V. *Estética em reabilitação oral: metal free.* São Paulo: Artes Médicas; 2000.
28. Pregoraro TA, Da Silva NR, Carvalho RM. Cements for use in esthetic dentistry. *Dent Clin North Am.* 2007; 51(2):453-71.
29. Touti B, Quintas AF. Aesthetic and adhesive cementation for contemporary porcelain crowns. *Pract Proced Aesthet Dent.* 2001; 13(8):611-20.
30. Wassel RW, Barker D, Steele JG. Crowns and other extra-coronal restorations: try-in and cementation of crowns. *Br Dent J.* 2002; 193 (1): 17-20, 23-8.
31. Junior MT, Klautau EB, Leão AE, Moreira CA. Análise da smear layer produzida em preparos dentários com pontas diamantadas e cvd. *Clín. int. j. braz. dent.* 2011;7:224-30.
32. Caneppele T, Silva A, Agra C, Vieira G. Estudo comparativo da eficiência de corte de pontas diamantadas convencionais e de tecnologia de diamante CVD e da rugosidade de superfície com o uso destes instrumentos. *Rev Inst Ciênc Saúde.* 2007; 25(3):271-7.
33. Edelhoff D, Ozcan M. To what extent does the longevity of fixed dental prostheses depend on the function of the cement? Working Group 4 materials: cementation. *Clin Oral Implants Res.* 2007;18 Suppl 3:193-204.

34. Pospiech P. All-ceramic crowns: bonding or cementing? Clin Oral Investig. 2002; 6(4):189-97.
35. Pazin MC, Moraes RR, Gonçalves LS, Borges GA, Sinhoreti MA, Correr-Sobrinho L. Effects of ceramic thickness and curing unit on light transmission through leu-cite-reinforced material and polymerization of dual-cured luting agent. J Oral Sci. 2008; 50(2):131-6.
36. Koch A, Kroeger M, Hartung M, Manetsberger I, Hiller KA, Schmalz G, et al. Influence of ceramic translucency on curing efficacy of different light-curing units. J Adhes Dent. 2007;9(5):449-62.
37. Peumans M, De Munck J, Fieuws S, Lambrechts P, Vanherle G, Van Meerbeek B. A prospective ten-year clinical trial of porcelain veneers. J Adhes Dent. 2004; 6(1):65-76.
38. Decurcio RA *et al.* Preparo para facetas cerâmicas. Facetas: lentes de contato e fragmentos cerâmicos. 1. ed. Florianópolis: Editora Ponto, 2015.
39. Otto T. Computer-aided direct all-ceramic crowns: preliminary 1-year results of a prospective clinical study. Int J Periodontics Restorative Dent. 2004;24(5):446-55.
40. Martínez FR. *et al.* Cerámicas dentales: clasificación y criterios de selección. RCOE. 2007;12(4): 253-263.
41. Heck MP, Araújo F. Coroa adesiva endodôntica: opção restauradora para dentes desvitalizados. Clín int j braz dent. 2014;10:174-81.
42. Volpato C, Philippi A. Ceramic materials and color in dentistry. In: Wilfried W. Ceramic Materiais. Hard cover; 2010, 228p.
43. Meyer-Filho A, Souza CN. Desmitificando a cimentação adesiva de restaurações cerâmicas. Clín int j braz dent. 2005; 1(1):50-57.
44. Kelly JR. Dental ceramics: what is this stuff anyway? Journal of the American Dental Association. 2008; 139(4):4S-7S.
45. Shenoy A, Shenoy N. Dental ceramics: an update. JCD. 2010; 13(4):195.
46. Villarroel M. *et al.* Sistemas cerâmicos puros parte 1: una evolución basada en la composición. Acta Odontológica Venezolana, Venezuela, v. 50, n. 1, p. 1-9, 2012.
47. Almeida e Silva, J. S. *et al.* All ceramic crowns and extended veneers in anterior dentition: A case report with critical discussion. AJED. 2011; 1(1):61-81.
48. Shuller D, Bianchi EC, Aguiar PR. Influência de defeitos e diferentes processos de fabricação nas propriedades mecânicas finais de cerâmicas [online]. 2008; 54(332).
49. Clavijo VG, Andrade MF. IPS E.MAX: harmonização do sorriso. Rev Dental Press Estet; 2007.

50. Skripnik N. Cerâmicas para facetas em dentes anteriores: uma revisão de literatura.(dissertação). Universidade Federal de Santa Catarina; 2016.
51. Ivan-Doche B, Duílio de S, Carvalho GC, Claudia SM, Nogueira AM. Personalização de pilar em zircônia por meio de cerâmica injetada: alternativa para casos estéticos. *ImplantNews*. 2011; 8(3):371-375.
52. Silva JS, Maia HP, Lopes GC, Baratieri LN, Edelhoff D. Adesão aos tecidos dentais modificados por agentes externos. *Clín int j. braz dent*. 2011; 7:232-7.
53. Panah FG, Rezai SM, Ahmadian L. The influence of ceramic surface treatments on the micro-shear bond strenght of composite resin to IPS empress 2. *J Prosthodont*; 2008; 17(5):409-14.
54. Higashi C, *et al*. Cêramicas em dentes anteriores: Parte I - indicações clínicas dos sistemas cerâmicos. *Clin int j braz dent*. Florianópolis. 2006; 2(1):22-31.
55. Guazzato M, *et al*. Strength, fracture toughness and microstructure of a selection of all-ceramic materials: part I: pressable and alumina glass-infiltrated ceramics. *Dent Mater*. 2006; 20(5): 441-448.
56. Guess PC, Zavanelli RA, Silva NR, Bonfante EA, Coelho PG, Thompson VP. Monolithic CAD/CAM lithium disilicate versus veneered Y-TPZ crowns: comparison of failure modes and reliability after fatigue. *Int J Prosthodont*. 2010; 23(5):434-42.
57. Wagner WC, Chu TM. Biaxial flexural strength and indentation fracture toughness of three new dental core ceramics. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 1996; 76(2):140-144.
58. SK. Cerâmicas Dentárias. *Revista Dental Press Estét*; 2005.
59. Kelly JR. Dental ceramics: current thinking and trends. *The Dental Clinics of North America*. 2004; 48: 513-530.
60. Kreidler M. Caracterização da influência do tipo de sinterização na composição química, resistência à flexão e dureza de blocos cerâmicos para CAD/CAM.
61. Bandeira A, *et al*. Tratamento superficial de cerâmicas reforçadas in-ceram previamente aos procedimentos de cimentação adesiva-revisão de literatura. *RFO*. 2008; 13(1):80-85.
62. Goyatá FR, Neves AC, Vieira PA, Ruela FI, Landa VF, Franco LT. Tratamento da superfície das zircônias previamente à cimentação. *Clín int j braz dent*. 2015.
63. Lima A. Adhesive systems and the establishment of the age adhesive. *Clín int j braz dent*. 2015; 11(1):374-379.
64. Lima A. Adhesive systems and the establishmet of the age adhesive. *Clin int j braz dent*. 2015; 11(1):374-379.

65. Zhu JJ, Tang AT, Matinlinna JP, Hagg U. Acid etching of human enamel in clinical applications: a systematic review. *J Prosthet Dent.* 2014; 112:122-35.
66. Magne P, Kim TH, Cascione D, Donovan TE. Immediate dentin sealing improves bond strength of indirect restorations. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2005;(6):511-519.
67. Silva JS, Maia HP, Lopes GC, Baratieri LN, Edelhoff D. Adesão aos tecidos dentais modificados por agentes externos. *Clín int j braz dent.* 2011;7:232-7.
68. Clavijo V, Kabbach W. Adesão: Estratégias adesivas e o passo-a-passo para realizá-las. *Clín int j braz dent.* 2013.
69. Tay FR PD, Sush BI, Hiraishi N, Yuc CK. Water treeing in simplified dentin adhesives- Dejá vu? *Open Dent.* 2005.
70. Lessa FC, Nogueira I, Huck C, Hebling J, Costa CA. Transdental cytotoxic effects of different concentrations of chlorhexidine gel applied on acid-conditioned dentin substrate. *J Biomed Res B Appl Biomater.* 2010; 92(1):40-7.
71. Reis A CMBL, Loguercio AD. Overview of clinical alternatives to minimize the degradation of the resin-dentin bonds. *Oper Dent.* 2013; E1-E25.
72. Sato T, Takagaki T, Matsui N, Hamba H, Sadr A, Nikaido T, Tagami J. Morphological Evaluation of the Adhesive/Enamel interfaces of Two-step Self-etching Adhesives and Multimode One-bottle Self-etching Adhesives. *J Adhes Dent.* 2016;18(3):223-9.
73. Marchesi G, Frassetto A, Mazzoni A, Apolonio F, Diolosa M, Cadenaro M, et al. Adhesive performance of a multi-mode adhesive system: 1-Year in vitro study Original Research Article. *Journal of Dentistry.* 2014;42(5):603-612.
74. Torres CR BD, Pucci CR, Lima GM, Rodrigues CM, Siviero M. Influence of methods of application of self-etching adhesive systems on adhesive bond strength to enamel. *J Adhes Dent*; 2009.
75. Reis A, Pellizaro A, Dal-Bianco K, Gones OM, Patzlaff R, Loguercio AD. Impact of adhesive application to wet and dry dentin on long-term resin-dentin bond strengths. *Oper Dent.* 2007; 32(4):380-7.
76. Loguercio AD, Raffo J, Bassani F, Balestrini H, Santo D, Amaral RC, et al. 24 month clinical evaluation in non-carious cervical lesions of a two-step etch-and-rinse adhesive applied using a rubbing motion. *Clin Oral Investig.* 2011; 15(4):589-96.
77. Ito S, Tay FR, Hashimoto M, Yoshiyama M, Saito T, Brackett WW, Waller JL, Pashley DH. Effects of multiple coatings of two all-in-one adhesives on dentin bonding. *J Adhes Dent.* 2005; 7(2):133-41.

78. Garcia FC, Almeida JC, Osorio R, Carvalho RM, Toledano M. Influence of drying time and temperature on bond strength of contemporary adhesives to dentin. J Dent. 2009; 37(4):315-20.
79. Fregonesi MB, Bragotto C, Bocabella L, Siqueira AR, Júnior OW, Oliveira VA, et al. Restabelecendo a estética anterior: Aplicação personalizada de cerâmica em coroas ametálicas. Clin int j braz dent. 2013; 9(3):314-321.
80. Padilha S *et al.* Cimentação Adesiva Resinosa. Int J dent. 2003; 2(2):262-265.
81. Baratieri, L *et al.* Soluções clínicas: fundamentos e técnicas. Florianópolis, Editora Ponto. 2008.
82. Bottino M. Estética em Reabilitação Oral Metal Free. São Paulo, Artes Médicas. 2002.
83. Badini S, Tavares A, Guerra M, *et al.* Cimentação adesiva – Revisão de literatura. Revista Odonto. 2008; ?(32)
84. Thompson V, Kern M. Bonding to glass infiltrated alumina ceramic: adhesive methods and their durability. Journal of Prosthetic Dentistry. 1995; 73(3):240-9.
85. Bottino M. Estética em Reabilitação Oral Metal Free. São Paulo, Artes Médicas. 2002.
86. Peixoto L., *et al.* Tratamento térmico do silano para melhorar a cimentação adesiva de restaurações cerâmicas odontológicas; Cerâmica. 2013;59(351):460-65.
87. Bandeira A, *et al.* Tratamento superficial de cerâmicas reforçadas in-ceram previamente aos procedimentos de cimentação adesiva- revisão de literatura. RFO/UPF. 2008; 13(1):80-85.
88. Silva R, Vernonezi M, Dekon A, *et al.* Comparação da Resistência à Tração entre Pinos Metálicos (Ni/Cr) e de Fibra de Vidro Cimentados com Cimento Resinoso. 2009;28(1):41-51.
89. Lopes GC, Spohr AM, De Souza GM. Different Strategies to Bond Bis-GMA-based Resin Cement to Zirconia. J Adhes Dent. 2016;18(3):239-46.
90. Braga RR CP, Gonzaga CC. Mechanical properties of resin cements with different activation modes. J Oral Rehabil. 2002.
91. Gomes EA, Assunção WG, Rocha EP, Santos PH. Ceramic in Dentistry: Current situation Cerâmica. 2008; 54(331):319-325.
92. Souto Maior JR, Lima ACS, Souza FB, *et al.* Aplicação clínica de cimento resinoso autocondicionante em restauração inlay. Odontol. Clin.-Cient.2010;9(1)77-81.
93. Eurípedes J, Brandão D, Durão M, Gomes J, Braz R. Sistema adesivo universal e cimento resinoso universal em coroas cerâmicas: relato de caso. Clin int j braz dent. 2014.



94. Pregoro TA SN, Carvalho RM. Cements for use in esthetic dentistry. Dent Clin North. 2007.
95. Eurípedes J, Brandão D, Durão M, Gomes J, Braz R. Sistema adesivo universal e cimento resinoso universal em coroas cerâmicas: relato de caso; 2014.
96. Silva, L. Adesão entre Cerâmica Vítrea e Resina Composta Aquecida. [Trabalho de conclusão de curso]. Universidade Federal de Santa Catarina; 2013, 41f.
97. Bandeira A, *et al.* Tratamento superficial de cerâmicas reforçadas in-ceram previamente aos procedimentos de cimentação adesiva- revisão de literatura. RFO/UPF. 2008; 13(1):80-85.
98. Peixoto L., *et al.* Tratamento térmico do silano para melhorar a cimentação adesiva de restaurações cerâmicas odontológicas; Cerâmica. 2013;59(351):460-65.
99. Monticelli FOR, Mazzitelli C, Ferrari M, Toledano M. Limited decalcification/diffusion of self-adhesive cements into dentin; 2014.
100. Monticelli FOR, Mazzitelli C, Ferrari M, Toledano M. Limited decalcification diffusion of self-adhesive cements into dentin. J Dent Res. 2008.
101. Pedrosa A. Sistemas Cerâmicos Metal Free; 2010:1-15.
102. Casselli D, Faria-e-Silva AL, Silva F, *et al.* Avaliação de métodos para mensuração da adaptação marginal e espessura de linha de cimentação em restaurações indiretas. RFO/UPF. 2011; 16(3):307-311.
103. Mezzari L. Laminados cerâmicos. [Monografia]. Universidade Federal de Santa Catarina; 2009.51f.
104. Jardel V, Degrande M, Picard B, Derrien G. Surface energy of etched ceramic. Int J Prosthodont. 1999; 12(5):415-8.
105. de Oyagüe RC, Monticelli F, Toledano M, Osorio E, Ferrari M, Osorio R. Influence of surface treatments and resin cement selection on bonding to densely-sintered zirconium-oxide ceramic. Dent Mater. 2009:172-9.
106. Della Bona MJJ, Barret AA, Griggs JA. Characterization of glass-infiltrated alumina-based ceramics. Dent Mater. 2008; 24(11):1568-1574.
107. Volpato C, Ozcan M. Surface conditioning protocol for the adhesion of resin-based materials to glassy matrix ceramics: how to condition and why?.The journal of adhesive dentistry. 2015; 17(3):293
108. Meyer-Filho A, Souza CN. Desmitificando a cimentação adesiva de restaurações cerâmicas. Clín. int. j. braz. dent.2005;1(1):50-57.
109. Shimada YYS, Tagami J. Micro-shear bond strength of dual-cured resin cement to glass ceramics. Dent Mater. 2002;18(5):380-8

110. Szep SGT, Gockel HW, Ruppel M, Metzeltin D, Heidemann D. In vitro dentinal surface reaction of 9,5% buffered hydrofluoridric acid in repair of ceramic restorations: a scanning electron microscopic investigation. J Prosthet dent. 2000; 83(6): 668–674.
111. Fabianelli A *et al.* The effects of diferente surfasse treatments on bond strength between leucite reinforced feldspathic ceramid and composite resin. J. Dent. 2010; 38(1):39-43.
112. Hoshmand TDR, Van Noort R, Short RD. XPS analysis of the surface of leucita-reinforced feldsphatic ceramics. Dent Mater. 2001:1-6.
113. Hooshmand T, van Noort R, Keshvad A. Storage effect of a pre-activated silane on the resin to ceramic bond. Dental Materials. 2004; 20(7):635-42.
114. Peixoto F LM, Batitucci E, Daroz CBS, Sampaio F HR. Tratamento térmico do silano para melhorar a cimentação adesiva de restaurações cerâmicas odontológicas. Cerâmica. 2013; 59(351):460-5.
115. Neis CA, Albuquerque NL, Albuquerque IS, Gomes EA, Sousa-filho CB, Feitosa VP, *et al.* Surface treatments for repair of feldspathic, leucite- and lithium dissilicate-reinforced glass ceramics using composiye resin. Braz Dent J. 2015; 26(2):152-5.
116. Bergoli CD, de Carvalho RF, Luz JN, Luz MS, Meincke DK, Saavedra GS. Ceramic Repair Without Hydrofluoric Acid. J Adhes Dent. 2016; 23.
117. Kern M, Thompson VP. Sandblasting and sílica coating of a glass-infiltrated alumina ceramic: volume loss, morphology, and changes in the surface composition. J Prosthet Dent. 1994; 71(5):453-61.
118. Blatz MB, Chiche G, Holst S, Sadan A. Influence of surface treatment and simulated aging on bond strengths of luting agents to zirconia. Quintessence Int. 2007; 38(9):745-53.
119. Freitas A, Sábio S, Costa L, Pereira J, Cimentação Adesiva de Restaurações Cerâmicas. 2005; 24(3): 447-457.
120. Ozcan M, Volpato, C. Adhesion to zirconium Dioxide Used for Dental Reconstructions: Surface conditioning Concepts, Challenges, and future Prospcts. Dent. Rest. Mater. 2015; 2(4):190–194.
121. Erdem A, Akar GC, Kose T .Effects of Different Surface Treatments on Bond Strength Between Resin Cements and Zirconia Ceramics. Oper. Dent. 2014; 39(3):E118-E127.
122. Della Bona MJJ, Barret AA, Griggs JA. Characterization of glass-infiltrated alumina-based ceramics. Dent Mater. 2008.
123. Amaral R, Ozcan M, Valandro LF, Balducci I, Bottino MA. Effect of conditioning methods on the microtensile bond strength of phosphate monomer-based cement on

- zirconia ceramic in dry and aged conditions. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2008;85(1):1-9.
124. Persson AS, Andersson M, Odén A, Sandborgh-Englund G. Computer aided analysis of ditiized dental stone replicas by dental CAD/CAM technology. *Dent Mater.* 2008; 24(8):1123-30.
  125. Mattiello R, Coelho T, Insaurralde E, et al., “A Review of Surface Treatment Methods to Improve the Adhesive Cementation of Zirconia-Based Ceramics,” *ISRN Biomaterials*, 2013:10.
  126. Della Bona A, Borba M, Benetti P, Cecchetti D. Effect of surface treatments on the bond strength of a zirconia-reinforced ceramic to composite resin. *Braz Oral Res.* 2007; 21(1):10-5.
  127. Cavalcanti AN, Foxton RM, Watson TF, Oliveira MT, Giannini M, Marchi GM. “Bond strength of resin cements to a zirconia ceramic with different surface treatments,” *Oper Dent.* 2009;34(3): 280–287.
  128. Kern M, Wegner SM. “Bonding to zirconia ceramic: adhesion methods and their durability,” *Dent Mater.* 1998; 14(1):64–71.
  129. de Oyagüe RC, Monticelli F, Toledano M, Osorio E, Ferrari M, Osorio R. Influence of surface treatments and resin cement selection on bonding to densely-sintered zirconium-oxide ceramic. *Dent Mater.* 2009 Feb; 25(2):172-9.
  130. Blatz MB, Sadan A, Martin J, Lang B. In vitro evaluation of shear bond strengths of resin to densely-sintered high-purity zirconium-oxide ceramic after long-term storage and thermal cycling. *J Prosthet Dent.* 2004; 91(4):356-62.
  131. Oyagüe RC1, Monticelli F, Toledano M, Osorio E, Ferrari M, Osorio R. Effect of water aging on microtensile bond strength of dual-cured resin cements to pre-treated sintered zirconium-oxide ceramics. *Dent Mater.* 2009; 25(3):392-9.
  132. Ozcan M, Nijhuis H, Valandro LF. Effect of various surface conditioning methods on the adhesion of dual-cure resin cement with MDP functional monomer to zirconia after thermal aging. *Dent Mater J.* 2008; 27(1):99-104.
  133. Kitayama S, Nikaido T, Takahashi R, et al. Effect of primer treatment on bonding of resin cements to zirconia ceramic. *Dental Materials*, 2010; 26(5):426 – 432.
  134. Matinlinna JP, Lassila LVJ, Ozcan M et al. “An introduction to silanes and their clinical applications in dentistry,” *Int. j. prosthodont.* 2004; 17(2):155–164.
  135. Matinlinna JP1, Heikkinen T, Ozcan M, Lassila LV, Vallittu PK. Evaluation of resin adhesion to zirconia ceramic using some organosilanes. *Dent Mater.* 2006; 22(9):824-31.

136. Atsu SS, Kilicarslan MA, Kucukesmen HC, Aka PS. Effect of zirconium oxide ceramic surface treatments on bond strength resin. J Prosthet. 2006; 95(6):430-6.
137. Scherrera SS, Cattani-Lorentea M, Vittecoqb E, Fatigue behavior in water of Y-TZP zirconia ceramics after abrasion with 30 µm silica-coated alumina particles. Dent Mater. 2011:28-42
138. Yang B, Barloi A, Kern M. Influence of air-abrasion on zirconia ceramic bonding using an adhesive composite resin. Dent Mater. 2010; 26:44-50.
139. Borges GA, Spohr AM, de Goes MF, Sobrinho LC, Chan DC. Effect of etching and airborne particle abrasion. J Prosthet dent. 2003; 89:479-88.
140. Dbradović-Djuricić K, Medić V, Dodić S, Gavrilov D, Antonijević D, Zrilić M. Dilemmas in zirconia bonding: A review. Srp Arh Celok Lek. 2013; 141(5-6):395-401.
141. Blatz MB, Chiche G, Holst S, Sadan A. Influence of surface treatment and simulated aging on bond strengths of luting agents to zirconia. Quintessence Int. 2007; 38(9):745-53.
142. Aboushelib MN. Evaluation of zirconia/resin bond strength and interface quality using a new technique. J Adhes Dent. 2011; 13(3):255-60.
143. Aboushlib MN, Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Selective infiltration-etching technique for a strong and durable bond of resin cements to zirconia-based materials J Prosthet Dent. 2007; 98(5):379-88.
144. Aboushelib MN. Evaluation of zirconia/resin bond strength and interface quality using a new technique. J Adhes Dent. 2011; 13(3):255-60.
145. Plascik JR SE, Braswell K, Stoner BR. Surface fluorination of zirconia adhesive bond strength comparison to commercial primers. Dent Mater. 2012; 41(1):51-9.
146. Valverde GB, Coelho PG, Janal MN, Lorenzoni FC, Carvalho RM, Thompson VP, et al. Surface characterisation and bonding of Y-TZP following non-thermal plasma treatment. J Dent. 2012; 41(1):51-9.
147. Derand T, Molin M, Kvam K. Bond strength of composite luting cement to zirconia ceramic surfaces. Dent Mater. 2005; 21(12):1158-1162.
148. Plascik JR, Wolter SD, Stoner BR. Development of a novel surface modification for improved bonding to zirconia. Dent Mater. 2011; 27(5):E99-E105.
149. Bona AD. Adesão às cerâmicas- evidências científicas para o uso clínico. 2009.
150. Arami S, Tabatabae M, Namdar SF, Chiniforush N. Effects of different lasers and particle abrasion on surface characteristics of zirconia ceramics. J Dent. 2014; 11(2):233-41.
151. Gokce B, Ozpinar B, Dundar M, Comlekoglu E, Sem BH, Gungor MA. Bond strength of all ceramics: acid vs laser etching. Oper Dent. 2007; 32(2):173-8.

152. Casucci A, Osorio E, Monticelli F, Toledano M, Mazzitelli C, Ferrari M. Influence of different surface treatments on surface zirconia frameworks. *J Dent.* 2009;37:891-7.
153. Jevnikar P, Krnel K, Kocjan A, Funduk N, Kosmac T. The effect of nano-structurated alumina coating on resin-bond strength to zirconia ceramics. *Dent Mater.* 2010; 26(7):688-96.
154. de Souza GHD, Aggarwal A, Tam LE. The use of MDP-based materials for bonding to zirconia. *J Prosthet Dent.* 2014; 112(4):895-902.
155. Matinlinna JP, Lassila LVJ, Ozcan M et al. "An introduction to silanes and their clinical applications in dentistry," *Int. j. prosthodont.* 2004; 17(2):155–164.
156. Alves M, Campos F, Bergoli CD, Bottino MA, Özcan M, Souza R. Effect of Adhesive Cementation Strategies on the Bonding of Y-TZP to Human Dentin. *Oper Dent.* 2016;41(3):276-83.
157. Freitas A, Sábio S, Costa L, Pereira J, Cimentação Adesiva de Restaurações Cerâmicas. 2005; 24(3): 447-457.
158. Pazinato R. (2010). Influência do selamento imediato da dentina na resistência de união de diferentes sistemas adesivos junto a cimentações de restaurações indiretas.
159. Santos G, Santos M, Rizkalla A. Adhesive Cementation of Etchable Ceramic Esthetic Restorations. *Journal of the Canadian Dental Association,* 2009; 75(5):379-383.
160. Donassollo SH, Uehara JL, Donassollo TA. Remodelação Estética do sorriso através de laminados cerâmicos minimamente invasivos. *Clinica- Int J Braz Dent.* 2015; 11:52-60.
161. Albino LGB, Mota GH, Sampaio E, Gradinar O. A importância do planejamento para remodelação do sorriso com previsibilidade: um ano de acompanhamento. *Clinica- Int Braz Dent.* 2014;10(2):230-7.
162. Santo C. *et al.* Harmonização do Sorriso com lentes de contato dental: relato de caso clínico. *Clín int j braz dent.* 2014; 10(4): 411-418.
163. Decursio RA *et al.* Preparo para facetas cerâmicas. In: Cardoso P, Decursio R. *et al.* Facetas: lentes de contato e fragmentos cerâmicos. 1. ed. Florianópolis: Editora Ponto, 2015.
164. Almeida e Silva JS *et al.* All ceramic crowns and extended veneers in anterior dentition: A case report with critical discussion. *AJED.* 2011; 1(1):61-81.
165. Calixto LR, Pinto SCS, Bandeca MC, Firoozmand LM, Clavijo VRG, Mello Junior F. Reabilitação estética multidisciplinar: parte 3 – preparo para facetas,

confeção de provisórios, prova e cimentação dos laminados cerâmicos. *Clín int j braz dent.* 2012; 8(4): 412-21.

166. Abreu HRL. Facetas sem preparo – um conceito actual (dissertação). Porto: Universidade Fernando Pessoa;2013.

167. Volpato, C, Ozcan, M, Surface conditioning protocol for the adhesion of resin-based materials to glassy matrix ceramics: how to condition and why?. *J Adhes Dent.* 2015; 17(3):293.

168. Ribeiro C, Emerick K, Ferreira G, Magalhães A, Pires-de-Souza F, Cardoso P. Influência do adesivo no resultado cromático imediato e após envelhecimento acelerado das “lentes de contato”: In Vitro. *Clín int j braz dent.* 2016; 12(2):134-141.





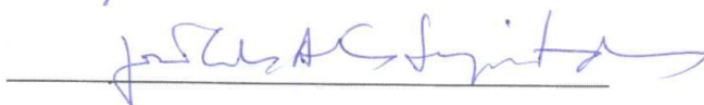
## **Anexos**

**PARECER**

**(Entrega do trabalho final de Monografia)**

Informo que o Trabalho de Monografia desenvolvido pelo estudante Joana Sousa Ferreira Barros Lino com o título: "Cimentação Adesiva de Restaurações Cerâmicas", está de acordo com as regras estipuladas na FMDUP, foi por mim conferido e encontra-se em condições de ser apresentado em provas públicas.

A Orientadora,



Porto, 09 de Junho de 2016

**DECLARAÇÃO**

**Monografia de Investigação / Relatório de Atividade Clínica**

Declaro que o presente trabalho, no âmbito da Monografia de Investigação/ Relatório de Atividade Clínica, integrado no MIMD, da FMDUP, é da minha autoria e todas as fontes foram devidamente referenciadas.

O Investigador,

Joana Lino Raposo Bento Lino

Porto, 08 de Julho de 2016